TRAITÉ POUR LA PRATIQUE DES FORCES MOUVANTES,

QUI FAIT CONNOISTRE L'IMPOSSIBILITÉ du Mouvement perpetuel par la necessité de l'Equilibre.

ET

UNE SUPPUTATION DE LA PESANTEUR du Globe de la Terre, avec un moyen pour le soûtenir par Demonstration.

Precedé d'un Discours sur la Certitude, l'Etenduë & l'Utilité des Mathematiques.

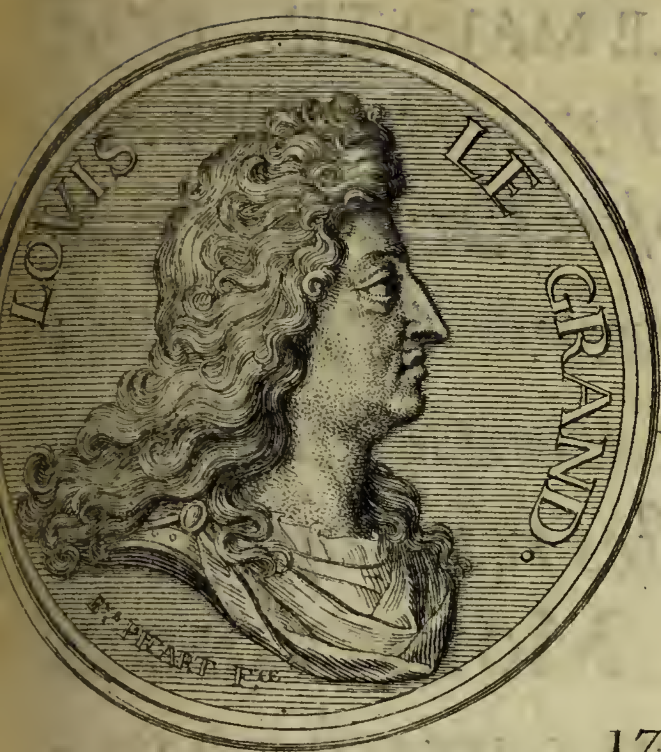
A la fin duquel l'Auteur a mis la Figure d'un Niveau qu'il a inventé ; & un recit de la maniere dont il s'en est servi pour assembler & conduire les Eaux des Plaines de Saclay à Versailles :

Ouvrage utile à ceux qui auront à conduire ou à faire conduire des Eaux.

Par Monsieur GOBERT, cy-devant Intendant des Bâtimens du Roy.

A PARIS,
Chez JEAN-BAPTISTE DELESPINE, ruë S. Jacques, à l'Image S. Paul, prés la Fontaine S. Severin.

M. DCCII.
AVEC PRIVILEGE DU ROY.





1701.

AU ROY.

SIRE,

Le commencement de cet Ouvrage que j'ai eu l'honneur de preſenter en

manuſcrit à VOSTRE MAJESTE', *& à Meſſeigneurs les Princes, a eu un ſuccès infiniment plus favorable que je n'aurois oſé eſperer. Ces grands Princes donnerent attention à ſa lecture, y firent de juſtes remarques, & en dirent du bien.* MONSEIGNEUR LE DUC D'ANJOU *s'attacha particulierement à connoître la peſanteur du Globe de la Terre, & la demonſtration que je donne du moyen de le ſoûtenir en equilibre, comme ſi ce jeune & ſage Prince eut alors preſſenti, qu'il en auroit dans peu une grande partie à ſoûtenir en effet; eſtant Roy Catholique.*

Ces circonſtances trop glorieuſes pour moy, & la ſollicitation de pluſieurs perſonnes éclairées & de diſtinction, m'ont engagé à l'augmenter & à le mettre au jour.

J'espere, SIRE, qu'aprés les bienfaits & les bontez dont V. M. m'honore, Elle voudra bien m'accorder la grace que ce soit sous ses auspices.

SIRE,

DE VOSTRE MAJESTÉ,

Le tres-humble, tres-obeïssant & tres-fidele serviteur & sujet, GOBERT.



AVERTISSEMENT.

LOrſque je commençay ce petit Ouvrage, j'étois fort éloigné de penſer à le mettre au jour ; mais je m'y ſuis inſenſiblement trouvé obligé. Si le Lecteur habile n'y trouve point de nouveautez qui luy plaiſent, il y trouvera la pureté des Principes, confirmez par pluſieurs Experiences, & expliquez le mieux qu'il m'a eſté poſſible. La Jeuneſſe y pourra prendre de juſtes notions, & l'Ouvrier y connoiſtra la raiſon du travail qu'il ne fait le plus ſouvent que par routine & ſans regles. Ces proportions de nombre, de force & de temps pourront s'inſinuer & devenir familieres à tels qui peut-eſtre n'en auront jamais oüy parler.

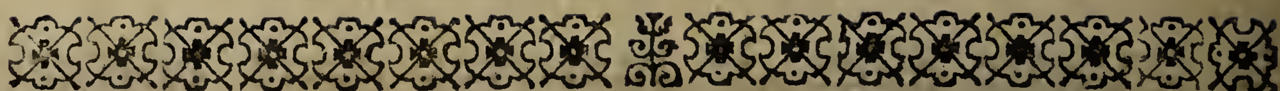
A l'égard du Diſcours ſur la Certitude, l'Etenduë & l'Utilité des Mathematiques, s'il n'eſt pas inſtructif, il ne ſera pas ennuyeux. J'aurois trouvé dans mes Etudes

de jeunesse assez de matieres pour entrer dans quelque détail sur l'étenduë de chaque partie ; ce que je n'ay pas crû devoir faire aprés tant d'habiles gens qui en ont traité.

J'espere qu'ils auront quelqu'indulgence pour ce petit Ouvrage, s'ils le considerent comme jeu d'esprit d'un homme qui n'est plus en Exercice sur ces matieres.

Ce qui regarde la pesanteur du Globe de la Terre, & le moyen de le soûtenir en équilibre, doit estre consideré comme une recréation curieuse par la certitude de sa Demonstration.

Et ce qui concerne les Nivellemens est un recit qui en doit assurer la pratique par l'existance des faits dont il est parlé.



Approbation de M. Varignon de l'Academie Royale des Sciences, &c.

J'AY lû par ordre de Monſeigneur le Chancelier, le preſent Manuſcrit intitulé, *De la pratique des Forces Mouvantes, &c.* avec *la deſcription d'un Niveau:* dans lequel je n'ay rien trouvé qui doive empêcher qu'on ne l'imprime, s'il plaiſt à mondit Seigneur en accorder le Privilege. Fait à Paris le 24. Septembre 1701.

Signé, VARIGNON.



Extrait du Privilege du Roy.

PAr Lettres Patentes données à Fontainebleau le 29. Octobre 1701. ſigné, PERROTIN, & ſcellées. Il eſt permis au Sr THOMAS GOBERT cy-devant Intendant des Baſtimens de Sa Majeſté, de faire imprimer par tel Imprimeur que bon luy ſemblera, un livre intitulé, *Traité pour la pratique des Forces mouvantes, &c.* pendant le temps de huit années conſecutives: Avec défenſes à tous Imprimeurs, Libraires & autres de l'imprimer ou faire imprimer à peine de mil livres d'amende, confiſcation des Exemplaires contrefaits, & de tous dépens, dommages & intereſts, ainſi qu'il eſt plus au long porté par leſdites Lettres Patentes.

Ledit Sr Gobert a cedé ſon droit du preſent Privilege à Jean-Baptiſte Deleſpine, pour en joüir ſuivant l'accord fait entr'eux.

Regiſtré ſur le Livre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs, conformément aux Reglemens. A Paris le 15. *Novembre* 1701. *Signé, P. TRABOUILLET, Syndic.*

DE



DE LA CERTITUDE des Mathematiques.


LES MATHEMATIQUES ſont fondées ſur des principes qui ne ſçauroient recevoir ny contrarieté ny équivoque, ayant pour baſes l'ARITMETIQUE & la GEOMETRIE, dont les raiſons & les définitions ſont infaillibles; en ſorte que ce qui en reſulte eſt vray comme un & un font deux.

Cette netteté qui leur eſt propre habituë l'eſprit à développer les choſes les plus difficiles, à en juger promtement & avec connoiſſance, & les rend utiles à toute ſorte d'états.

Plus les hommes ſont élevez, plus ils ont frequemment beſoin de cette preſence d'eſ-

prit qui les conduit à de promptes & justes décisions.

Quoyque plusieurs prétendent qu'on doit douter de toutes choses, même des principes de Mathematiques, on ne sçauroit douter qu'un & un ne fasse deux sans détruire la raison.

Hors la foy, ce qui n'est point prouvé par ces principes, fait naître les differentes opinions, comme sur les questions de Physique, qui ne sont point susceptibles de preuves par nombres & par dimensions, on ne sçauroit en tirer de consequence que par conjectures ; & quelqu'éclairé que soit l'esprit, outre son instabilité naturelle, l'amour propre ou la prévention le dérange si souvent, que la foible raison humaine est toûjours errante, & ne fixe jamais rien en ces matieres qui soit universellement reçû.

Le pour & le contre également soûtenus dans les Ecolles, prouvent cette incertitude ; ce qui a fait dire que l'opinion étoit la Reine du monde: En effet les changemens qu'elle y introduit détruisent en peu de temps ce qui semble le mieux étably, particulierement sur ces matieres de Physique où l'esprit trouve à s'étendre, & à

briller par de bonnes ou de vrais-ſemblables raiſons.

Selon Ptolomée la terre étoit fixe & en equilibre au centre du monde, on pouvoit s'élever au deſſus des Planettes ; & parcourir en idée ces grandes voûtes de criſtal ſemées d'étoilles ; le Soleil entraîné par le premier mobil faiſoit le tour du monde en vingt-quatre heures ; & en viſitant ſes douze maiſons par l'eſpace du Zodiaque, terminoit ſon cours naturel en un an, pour éclairer tous les Peuples du monde.

A preſent on enſeigne le contraire ; on dit que la terre eſt en mouvement ſur ſon eſſieu, où elle tourne en vingt-quatre heures, & que certaines parties cannelées venant du Firmament, la traverſent diametralement pour l'incliner & décliner ſuivant l'Eclyptique devant le Soleil, qu'on aſſure eſtre immobile. Pour le peu qu'on s'éleve, on ſe trouve dans un nombre infiny de tourbillons, entre leſquels l'imagination n'eſt pas moins embaraſſée, qu'elle étoit égarée dans les vaſtes eſpaces du premier ſyſteme.

Ces opinions ſi oppoſées naiſſent de l'incertitude des Principes, dont on ne ſçauroit juger,

qu'autant qu'ils aſſurent nôtre eſprit par rapport à nos ſens ; comme lors qu'on nous dit qu'un triangle à trois côtez, nôtre raiſon en eſt penetrée par elle-même, & ne cherche point à s'en éclaircir, aſſurée qu'elle n'en peut douter.

Si je conſidere ma main mathematiquement, je puis m'aſſurer de ſes dimenſions , comme je ſçay qu'elle a cinq doigts : Mais de connoître ſes qualitez par la Phyſique , & de dire lors qu'elle tient un bâton, & qu'elle en touche quelque choſe, comment l'impulſion de ce qu'elle touche , uny ou raboteux , ſe fait du bout de ce bâton à ma main , & de ma main à mon cerveau , quelque certitude que j'aye que c'eſt par le moyen des nerfs que mes organes en ſont remuées, il eſt difficile de bien comprendre comment elles ſont remuées de telle ou telle autre façon.

Comme les queſtions Phyſiques ſont obſcures , preſque toutes les autres que les hommes ſe propoſent ſont problematiques ; en ſorte qu'on peut dire qu'il n'y a rien au monde de parfaitement certain que ce qui ſe peut prouver mathematiquement.



De leur Etenduë.

LES MATHEMATIQUES ſont d'une ſi vaſte étenduë, qu'elles enveloppent toute la nature, & qu'il n'eſt rien au monde où elles n'ayent quelque relation.

La COSMOGRAPHIE en eſt une partie, dont pluſieurs autres dépendent ; elle a pour objet la deſcription du monde en general, c'eſt à dire du Ciel & de la Terre.

L'ASTRONOMIE, la SPHERE & l'ASTROLOGIE ont la partie du Ciel, chacune deſquelles en ont d'autres dont la ſubdiviſion ſeroit plus embaraſſante qu'utile au diſcours.

La GEOGRAPHIE comprend la deſcription de toute la Terre ; la COROGRAPHIE en partage les differentes regions, & la TOPOGRAPHIE les Provinces & les Villes.

Elles s'étendent auſſi ſur nos ſens ; la vûë eſt auſſi agreablement ſurpriſe par l'optique, & par la perſpective d'un beau tableau, que l'oreille

eſt charmée par la Muſique, dont la juſte harmonie dépend des nombres & des meſures.

L'ARITMETIQUE met les nombres en regles par chifres & par caracteres; & la GEOMETRIE ſe ſert de lignes & de figures. La progreſſion des nombres eſt ſi immenſe, qu'elle ſemble aller au-delà de l'infiny, ce qui ſe connoît par la ſupputation de la peſanteur de tout le Globe de la Terre & de la Mer, où il ne faut que vingt-cinq chifres, à commencer par un; en ſorte que trente chifres feroient la peſanteur de cent mil fois le Globe de la Terre, ce qui ſemble paſſer toute imagination, quoyque veritable. Par les lignes & les figures Geometriques ont fait des operations qui ne ſont pas moins ſurprenantes.

Ces deux parties de Mathematiques ſont preſque toûjours inſeparables par la relation du nombre à la meſure, notamment pour la Trigonometrie, & la connoiſſance des Sinus tangens & ſecans, abſolument neceſſaire à l'uſage des Inſtrumens de Mathematiques, pour les ſupputations Aſtronomiques, pour les Cartes Geographiques, & pour la Fortification: Enfin elles ſont les baſes de toutes ces ſciences naturelles.

On peut y admettre LE DESSEIN comme le corps qui les unit, ſans lequel il n'eſt pas poſſible de tracer aucune ligne ny figure, ny operer quoyque ce ſoit.

Comme la GEOMETRIE a ſes définitions, LE DESSEIN à ſes limites. Exercez vôtre main à repreſenter tous les objets de la nature, & vôtre eſprit à en imaginer, tout en ſera terminé par une ligne droite & une courbe, chaque choſe a ſes bornes : il ne faut pas croire qu'on invente rien de nouveau à l'égard des principes, ce ſont toûjours les mêmes. Il eſt un nombre de lettres qu'on ne penſe jamais à augmenter pour faire des diſcours plus éloquens ; c'eſt la maniere de ranger ces lignes & ces lettres qui fait briller le genie par proportion de l'ordre de l'harmonie & du tour agréable qu'on leur ſçait donner.

C'eſt une choſe admirable à laquelle on fait peu de reflexion, qu'avec deux lignes qui compoſent peu de caracteres & quelques figures, les hommes ayent renfermé le moyen d'expliquer toutes leurs penſées, de meſurer le Ciel & la Terre, & de figurer tout ce qui peut tomber ſous les ſens.



De leur utilité.

LEs MATHEMATIQUES non ſeulement ſont utiles, mais encore d'une neceſſité indiſpenſable : Sans l'ARITHMETIQUE point de comptes, ſans la GEOMETRIE nulles meſures ; par la NAVIGATION elles ont relation à toutes les parties du monde, comme elles font connoître l'étenduë des Royaumes & des Mers par la GEOGRAPHIE & l'HYDROGRAPHIE.

L'ARCHITECTURE CIVILE bâtit les Villes, la MILITAIRE les fortifie, les défend ; par les MATHEMATIQUES on apprend l'Art de la Guerre ; elles contribuënt à former de grands Capitaines, de bons Juriſconſultes, de bons Marchands, & de bons Artiſans : elles ſont neceſſaires à la culture des Terres, à l'arrangement des Plantes, & attirent l'abondance & la politeſſe dans les Etats.

Entre les parties de Mathematiques, les MECANIQUES doivent eſtre conſiderées comme tres-neceſſaires & tres-utiles à l'Etat, par rapport aux commo-

commoditez de la vie, puiſqu'elles ſoûtiennent les Arts & le Commerce. Pour le peu qu'on y faſſe de reflexion, il eſt facile de comprendre que de ſes inventions les plus communes on en tire de tres-grands ſecours, chaque Profeſſion en a de particulieres, & preſque toutes les Nations de differentes.

Si par exemple on examine de quelle utilité eſt une Navette, ſans laquelle on ne ſçauroit faire ny toille ny étoffe, à en juger par les avantages que toute la terre en reçoit, on pourroit mettre ſon premier inventeur entre les hommes rares.

Il y a une infinité d'autres inventions qui ſont tres-belles & tres-ingenieuſes pour toute ſorte d'uſages, comme celles dont on ſe ſert dans les Bâtimens & pour la Monoye, celles de l'Imprimerie, des Moulins, des Pendules, & pluſieurs autres qui ſont non ſeulement tres-utiles, mais d'une neceſſité indiſpenſable.

On ſçait que ces choſes n'ont pas été miſes au dégré de perfection où elles ſont par un ſeul homme, que le temps, la neceſſité & pluſieurs genies s'y ſont employez : Cette raiſon engage

à les cultiver, n'étant pas à préſumer que l'on ſoit au dernier periode, ny que toutes les découvertes ſoient faites.

Il y a quantité de choſes dans les Arts contre leſquelles l'eſprit ſe revolte, & qu'on ne ſçauroit comprendre même en les voyant, comme lorſqu'on fait d'une piſtolle cinq ou ſix cens feüilles d'or, qui ſont chacune dix fois auſſi grandes que cette piſtolle ; en ſorte qu'il faut que ſon épaiſſeur ſe diviſe en cinq ou ſix mil parties.

L'invention de le filer eſt encore moins comprehenſible, par l'experience qui fut faite à Lion en préſence de Meſſeigneurs les Ducs de BOURGOGNE & de BERRY : On tira d'un lingot d'argent de deux pieds de long, & de treize lignes un tiers de diamettre, 543000. fois ſa longueur ; en ſorte qu'il auroit produit un fil toûjours doré de 73. grandes lieuës de long.

LES MECANIQUES ſont d'une étenduë immenſe par la relation qu'elles ont à toute ſorte d'ouvrages, où la main ſecoure le genie : on fait par leur moyen une infinité de choſes ſurprenantes. C'eſt un champ vaſte & ſans limites, où les eſprits les plus penetrans, & les

Ouvriers les plus artiſtes de toutes profeſſions, trouvent toûjours à s'étendre, à s'inſtruire & à ſe perfectionner de plus en plus. Elles ont relation à toutes les autres parties de MATHEMATIQUES, particulierement à l'ARITHMETIQUE, à la GEOMETRIE, & à la STATIQUE, dont les regles conduiſent les idées à faire de juſtes operations, & ſans leſquelles il eſt impoſſible de bien réüſſir que par hazard.





TRAITÉ DES FORCES MOUVANTES.

LES FORCES MOUVANTES ſont reglées par une proportion de force & de temps ; & la puiſſance de l'agent fait la durée de ſon impulſion.

Mouvoir tel fardeau que ce ſoit avec une tres-petite force, ne doit point ſurprendre ; ARCHIMEDE propoſoit d'enlever le Globe de la Terre s'il avoit un point fixe pour s'appuyer. Quelque ſurprenante que ſoit cette propoſition à ceux qui ne ſont pas verſez dans ces matieres, la

ſuite leur en fera voir une demonſtration tres-claire.

Celle que j'avois faite d'élever la Statuë Equeſtre du Roy avec la force d'un ſeul homme, avoit pû ſurprendre. Depuis que j'en ay exposé le moyen au public, on a fait tirer par deux hommes des blocs de marbre d'un auſſi grand poids par le même principe.

Pour faire voir qu'on peut mouvoir un tres-puiſſant fardeau avec peu de force, j'en ay fait une experience, à laquelle un fil attaché d'une épingle fait monter avec le doigt la peſanteur de ſix muids de vin, & en pourroit tirer beaucoup plus par proportion de temps.

Il ne faut pas croire que ces inventions ſoient propres en toutes occaſions ; ce qui ſe gagne ſur la force ſe perd ſur le temps : il faut ſçavoir accommoder les choſes ſelon les ſujets.

Ceux qui s'appliquent aux MECANIQUES & aux FORCES MOUVANTES ſont ſujets à ſe tromper & à abuſer les autres faute de lumieres ou d'experience ; ils ſe previennent en faveur des idées où ils croyent avoir trouvé les charmes de la nouveauté ; ce qui leur excite une violente deman-

geaiſon de les produire. On doit eſtre dautant plus ſur ſes gardes en ces ſortes de recherches, que la raiſon s'enyvre de ſon objet, & craint de ſe détromper.

Par la ſeule experience on éleve de puiſſants fardeaux avec de mediocres forces. Le moindre ouvrier ſans principes en eſt capable ſans en connoiſtre la raiſon ; l'un augmente le premier agent ſelon ſon beſoin, & met dix hommes ou dix chevaux où il avoit projetté de n'en mettre que quatre ; & quelquefois l'autre par une ignorance égale fait un mouvement trop lent, en ſorte que l'ayant diſpoſé pour dix hommes ou pour dix chevaux, il n'en a beſoin que de quatre : le premier perd l'argent, & l'autre le temps ; le ſçavoir faire eſt de proportionner juſte la force au fardeau & au temps qu'on deſire employer à le conduire ou à l'élever.

Il y a un autre inconvenient où tombent ceux qui n'ont que les principes ſans experience; les demonſtrations étant certaines & infaillibles, ils s'y laiſſent emporter ſans prévoir juſqu'où peut aller la poſſibilité dans l'execution.

Les uns ſe promettent de faire une roüe de

cent vingt pieds de diamettre pour élever de l'eau, ſans prévoir qu'il n'eſt pas poſſible de la tenir fixe ſur ſon axe, à cauſe de la trop grande longueur de ſon levier: L'autre promet d'en élever huit mil pouces à cent pieds de haut, avec la force d'un homme par un mouvement dont la lenteur & la diſpoſition n'en auroit pas élevé une goutte en dix ans. Un autre n'employe pas la moitié de ſa force, ou la conſume en choſes inutiles. Il y en a même qui propoſent le mouvement perpetuel; ce qui ne paroiſt pas naturel d'avancer ayant les principes, & encore moins d'y réüſſir ne les ayant pas.

Les hommes ne ſçauroient rien faire agir ſans agent. Pour établir la poſſibilité du mouvement perpetuel, il faudroit détruire celle de l'équilibre qui luy eſt abſolument opposé. C'eſt par ce balancement naturel des corps, & par cet équilibre que le Créateur ſoûtient la terre au milieu de l'air, qu'il détermine les tremblemens de terre, les effets des foudres, le flux & reflux de la mer, & le mouvement particulier des atomes.

De tout temps les plus ſublimes eſprits ont

recherché

recherché les qualitez de ces corps, & les raiſons naturelles de leurs effets. Cette matiere ſeroit épuiſée ſi elle étoit épuiſable; mais plus la diverſité & la ſubtilité des opinions ſe fait admirer, plus elle en établit l'incertitude, & fait connoître que c'eſt veritablement l'œuvre de Dieu, ſon ſecret, & l'unique mouvement perpetuel.

On ſçait que la maſſe de la Terre eſt ſoûtenuë par celle de l'air; cependant lorſque nous nous figurons nos Antipodes, nous ne ſçaurions nous en repreſenter les hommes y marcher que la tête en bas à noſtre égard, ce qui nous fait quelque ſorte de peine, quoyque nous voyons journellement la flamme s'élever, & la pierre pouſſée en l'air retomber, & chercher ſon centre naturel commun à tous les corps peſans. Nos Antipodes comme nous ſont ſoûtenus par leur propre poids, qui tend à ce même centre.

Outre le centre du monde, que j'appelle le centre des centres, chaque corps peſant en a un de gravité particulier, qui l'y tire par une ligne droite, à moins qu'il n'en ſoit empêché par quelqu'autre corps; en ſorte que ſi dans les quatre parties du monde on laiſſoit tomber quatre pierres

dans le même inſtant, & qu'elles paſſaſſent au travers de la terre, elles iroient s'arreſter à ſon centre, & arriveroient enſemble, ſi tombant d'égale hauteur, elles étoient d'égale peſanteur, Figure, &c.

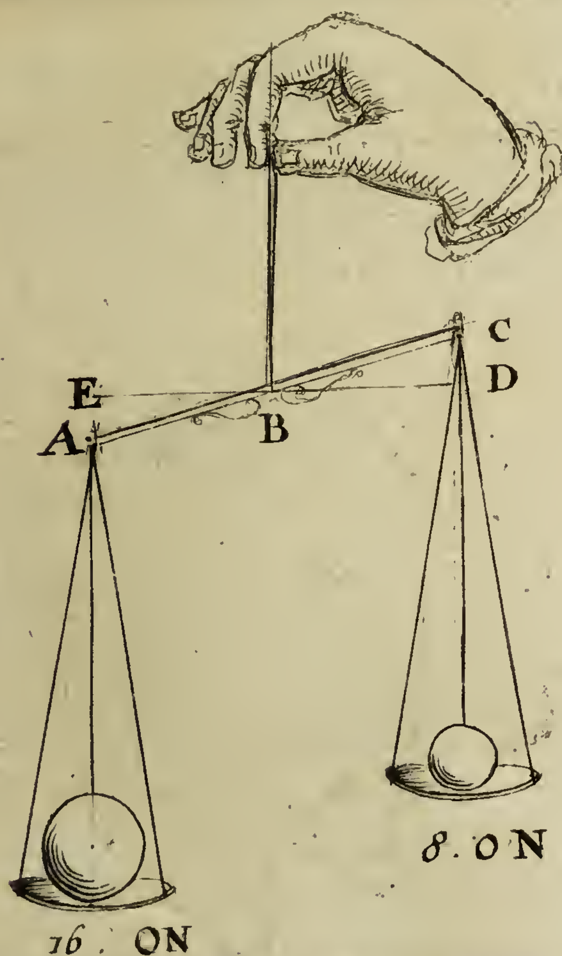
La STATIQUE eſt une partie de Mathematiques qui reduit en regles & en demonſtrations les raiſons de ces mouvemens des Corps ſolides, & démontre la proportion de force par la raiſon des nombres, pour mouvoir & ſoûtenir en équilibre tout ce qui eſt commenſurable ; ce qui ſe rendra ſenſible à ceux qui voudront ſe donner la peine de s'en éclaircir en ſuivant ce diſcours.





Premiere demonſtration.

SI dans une balance bien égale comme A B C, on met 16 onces du coſté A, & 8 du coſté C, il eſt certain que jamais huit onces n'en éleveront 16 : il faut donc pour rendre la balance égale, mettre encore 8 onces du coſté C ; alors les poids étans égaux, & les branches égales, il y aura équilibre.



Cette premiere demonſtration eſt ſi claire, que rien ne peut la contredire, & doit faire comprendre l'inutilité de chercher le mouvement perpetuel, attendu que l'équibre cauſe le repos, & que le plus fort poids le fixe ; tout mouvement eſt droit ou courbe. On ne peut pas s'imaginer un mouvement continuel ſur une ligne droite qui iroit toûjours en avant ; il faut de neceſſité qu'il ſoit courbe, par exemple circulaire ; s'il y a un periode d'équilibre le mouvement s'y arreſtera ; s'il n'y en a pas, le plus fort poids le fixera.

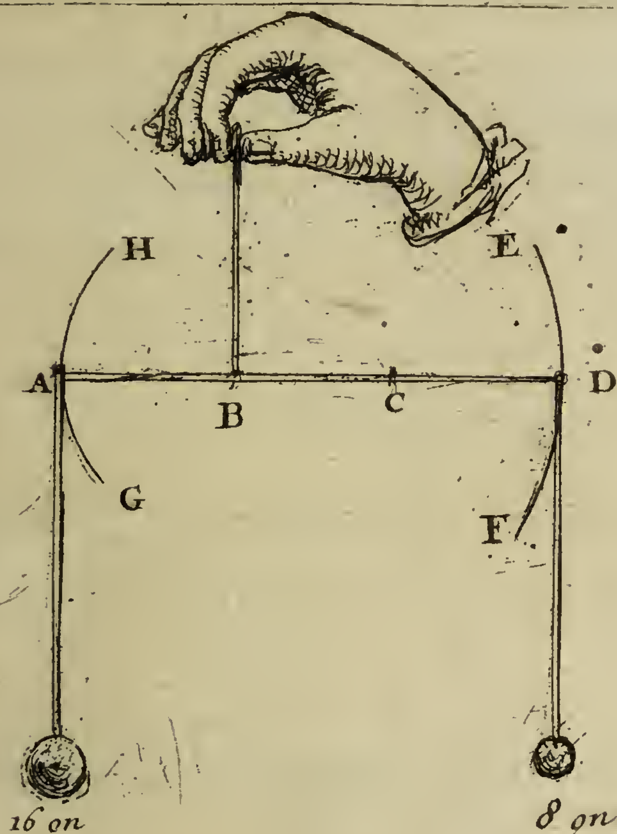
J'ay fait de mon mieux pour rendre ces demonſtrations ſenſibles par elles-mêmes, ſans en donner des preuves Geometriques.



Preuve de la neceſſité d'une proportion entre le poids & le temps.

SECONDE DEMONSTRATION.

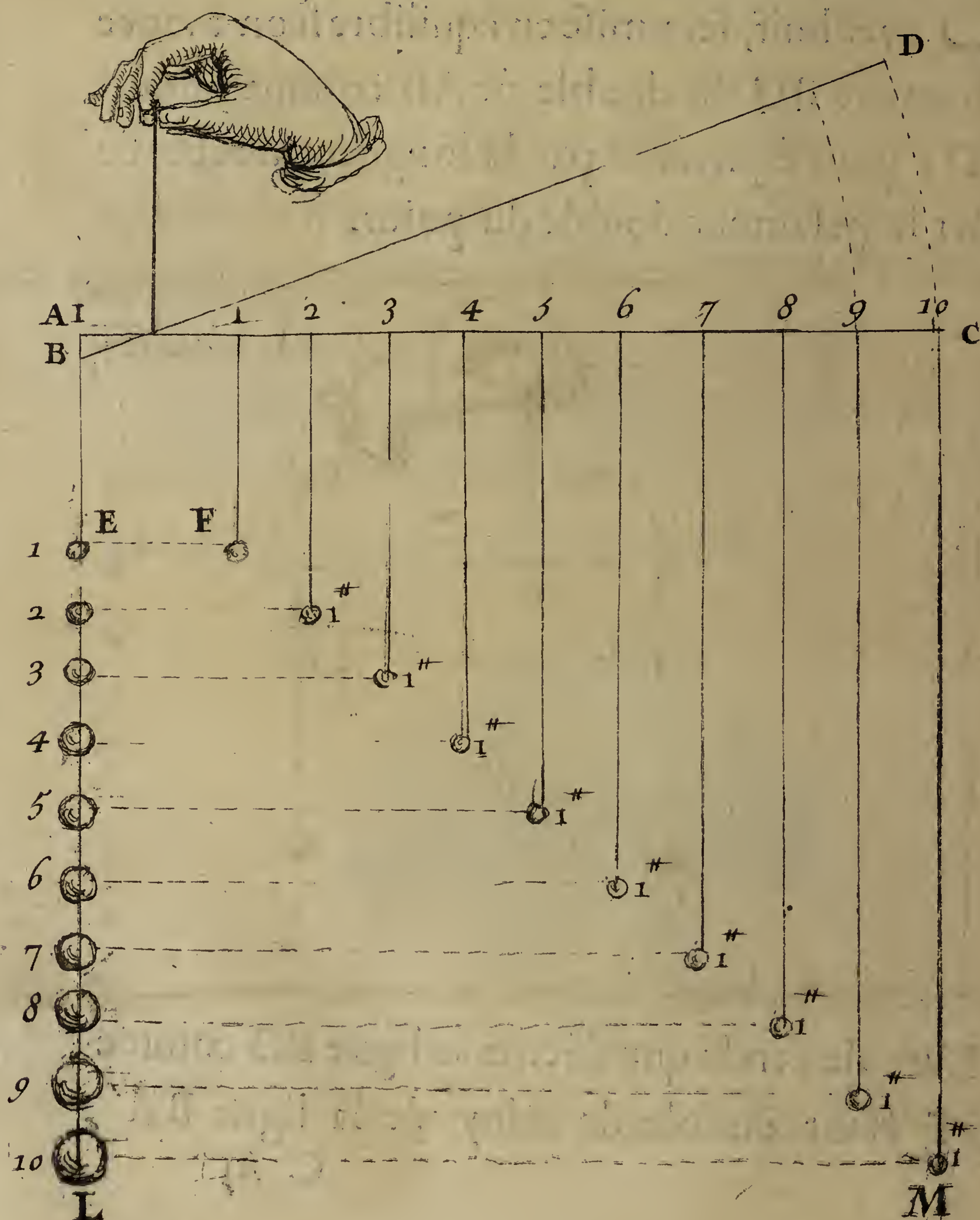
LA même balance chargée de ſeize onces avec huit, ſera miſe en équilibre ſi on avance la branche BC du double de AB comme juſques en D, pour équivaloir par la longueur double du levier la peſanteur double du poids.



L'arc de cercle que décrira la ligne BD comme EDF étant double de celuy de la ligne BA,

comme H A G, la viteſſe ſera double en D, & le poids A ne ſera que la moitié du chemin du poids D en même temps.

Autre preuve de la meſme proportion de poids & de temps à l'infini.



Comme la livre E eſt en équilibre avec la livre F étant à égale diſtance du point de ſuſpenſion, le poids L de dix livres eſt en équilibre avec la livre M au dixiéme nombre, c'eſt à dire, au bout d'un levier dix fois plus long, & la viteſſe de C à D dix fois auſſi grande que celle de A à B.

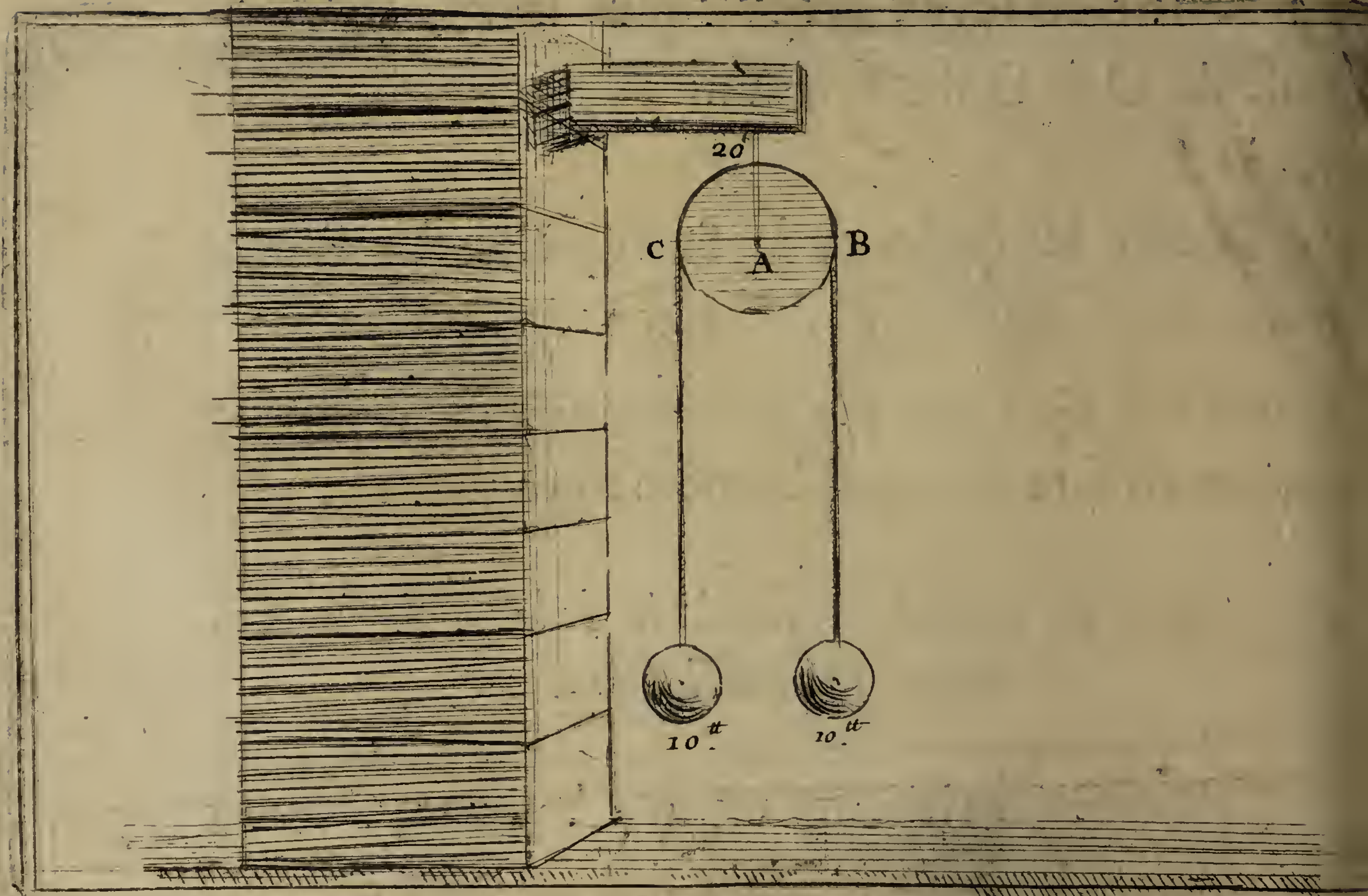
Toutes les regles de la Statique & des Forces mouvantes reſultent de cette demonſtration, comme il ſe verra par les ſuivantes, où l'application en ſera faite par la même proportion.

Rapport de la Poulie ſimple à la balance de la premiere Demonſtration.

La Poulie ou la rouë eſt une balance, dont la continuité des bras à égale diſtance du centre, perpetuë le mouvement autour de ſon axe ſuivant la durée du premier agent, ou de ſon impulſion.

Suppoſez une balance comme à la premiere Demonſtration, dont le centre ſoit A, & les deux bras B C; ſi le poids ou puiſſance B eſt égale au poids C, il y aura équilibre; ſi on tire le poids B le poids C s'élevera avec un égal mouvement

ſur la poulie, lequel durera tant que le poids B ſe trouvera ainſi augmenté de la force qui le tire, & que la corde qui joint ces poids le permettra.



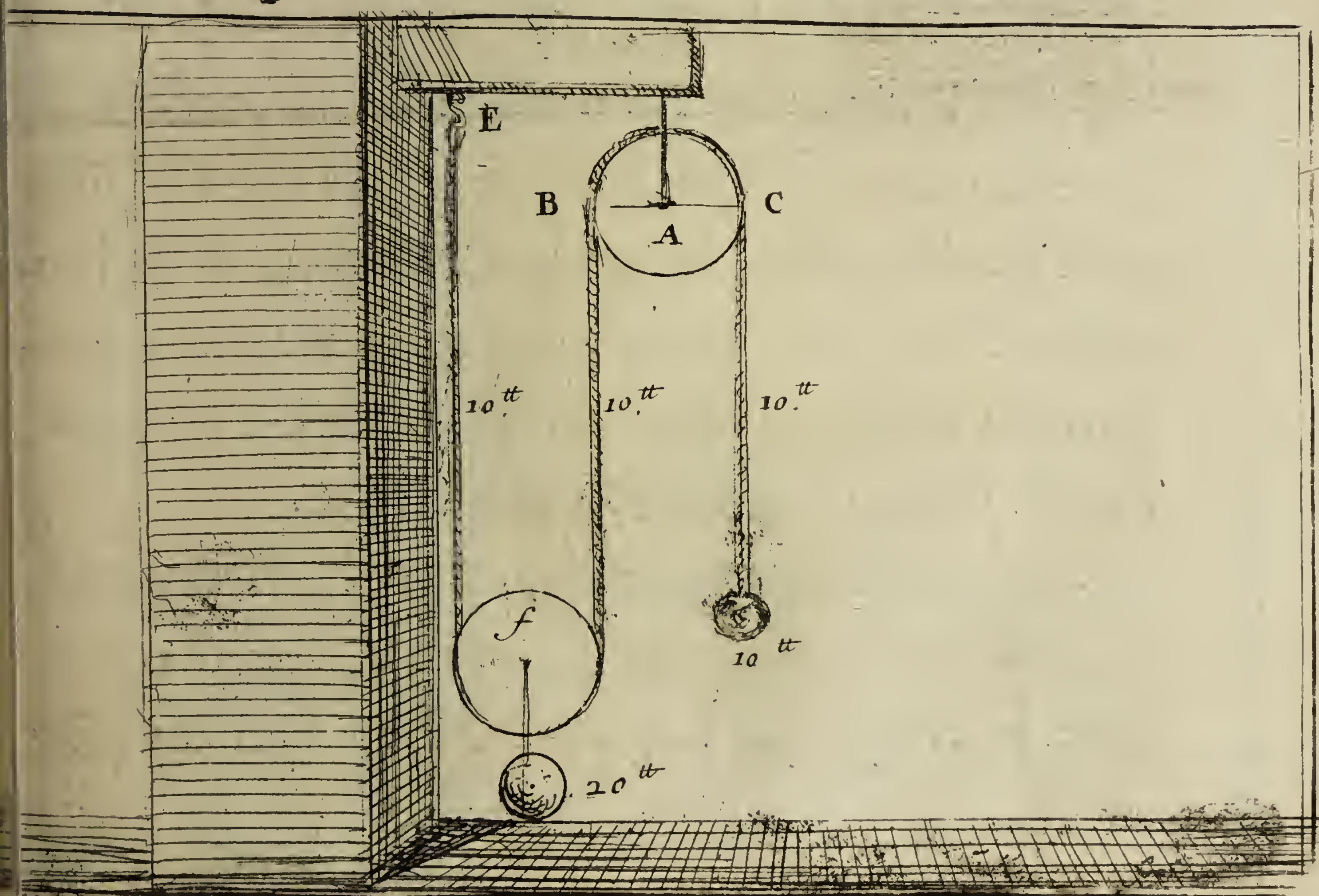
Si la puiſſance B eſt de dix livres, & le poids C de dix livres, le centre A ſera chargé de vingt livres, comme pour peſer une piſtolle la balance eſt chargée de deux.

Rapport de deux Poulies au pezon, dont le bras eſt double en longueur.

Si on ajoûte une double Poulie, ce ſera la même proportion de force, de temps & de poids, que

que d'alonger du double un bras de la balance comme à la deuxiéme Demonſtration.

Ajoûtez à la poulie A B C une ſeconde poulie F ſuſpenduë à une corde arreſtée par un bout au point E ; ſi le poids attaché à la poulie F eſt de vingt livres, & que vous en ſuſpendiez un de dix à l'autre bout B, la poulie ſera chargée comme celle d'embas de vingt livres, & chaque brin de corde de dix, le tout ſera en équilibre. Pour le peu qu'on tire le poids B on élevera le poids F ; mais en tirant cette corde de douze pieds, le poids F ne s'élevera que de ſix, par la même proportion que le bras de la balance double en longueur, fait le double de chemin.



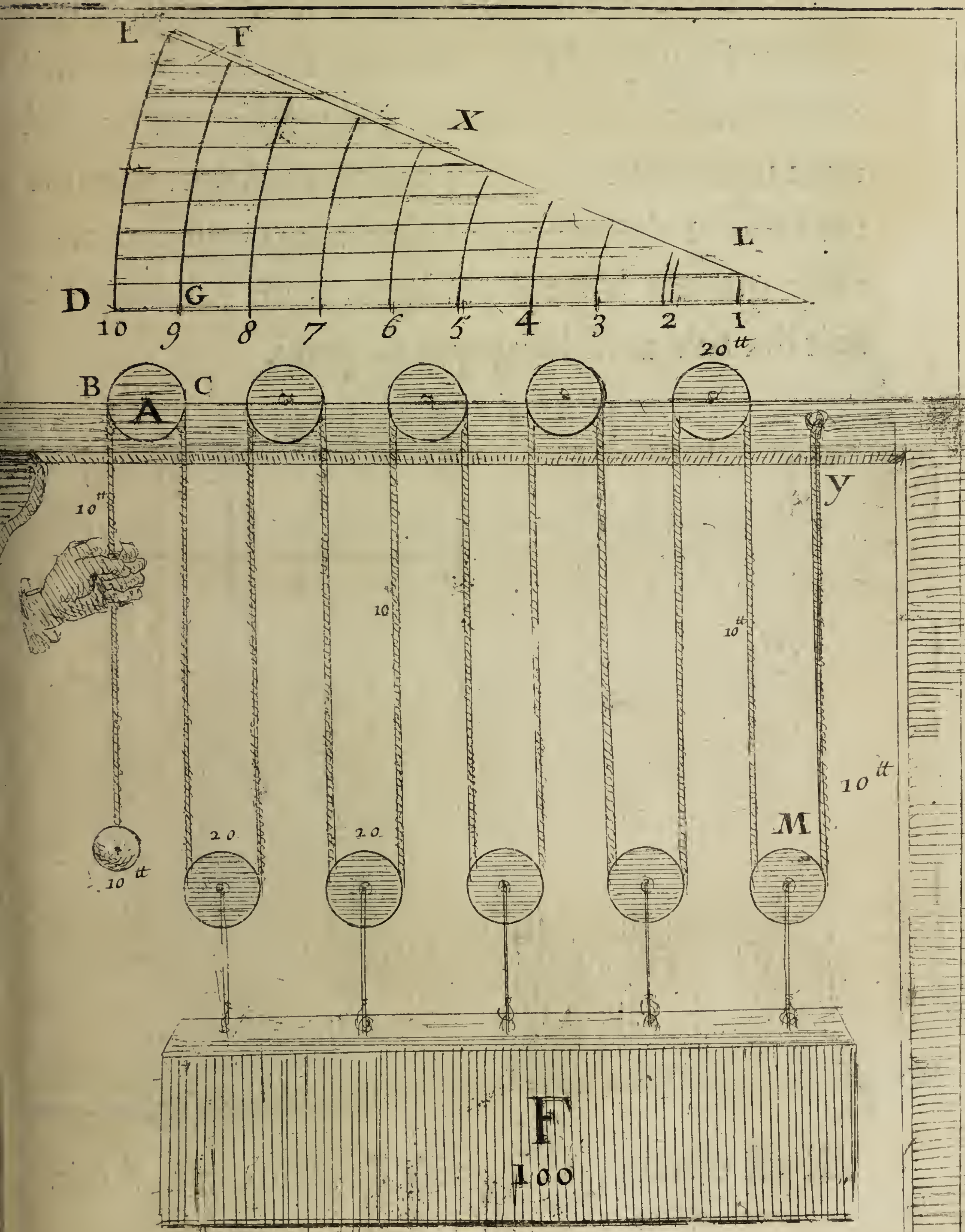
Proportion de la force des poulies, avec celle du levier de la troisiéme demonstration.

Les poulies multipliées au nombre de dix, font le même effet que le bras d'une balance alongé dix fois autant que l'autre, comme à la troisiéme Demonstration, & à l'infini.

Si le poids F suspendu est de 100. l. chacun des dix brins de corde sera chargé de dix livres, & chaque poulie également de 20. l. attendu qu'elles sont soûtenuës par bas de deux brins, & tirées sur deux par le haut. Ce poids B étant de 10. liv. sera en équilibre avec le poids de 100. l. & pour le peu qu'on tire le poids B on élevera le poids F par proportion du levier démontré au dessus des poulies en la figure X, attendu que pour élever le poids F d'un pied, il faudra tirer la corde B de dix : si on tire B de la longueur DE, que je suppose de dix pieds, le cable C s'élevera de la longueur FG, qui sera de neuf pieds, les autres à proportion, & le dernier ne tirera que d'un pied, l'autre bout de la corde étant arresté.

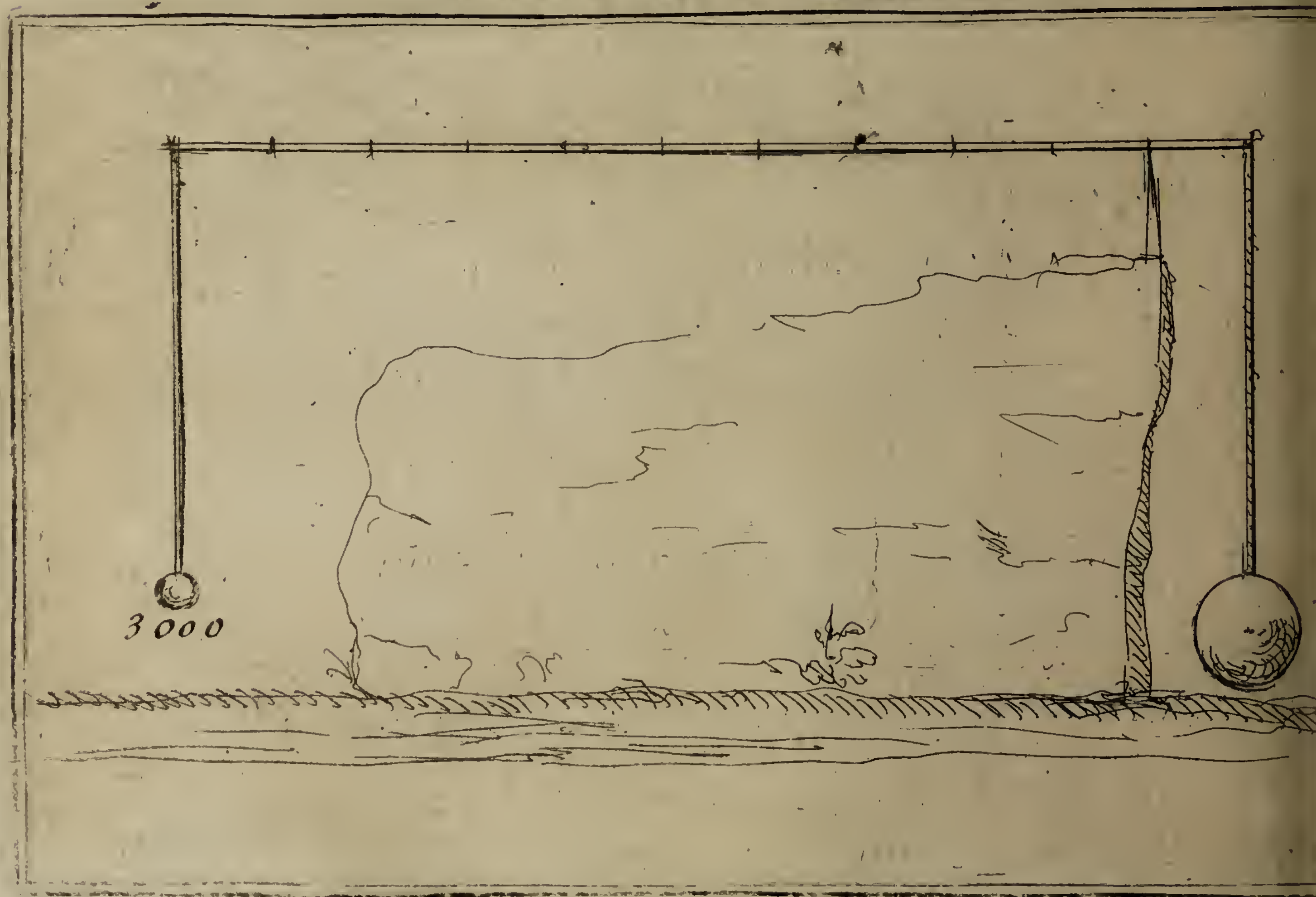
Supposant les poulies d'un pied de circonference, par la même raison la poulie A fera dix tours dans le temps que la poulie M en fera un pour

élever le poids F d'un pied, comme le levier fera dix fois autant de chemin de D à E dixiéme nombre, que le chemin du premier nombre L.



La main fera effort où le poids fera de cent livres en B, si le poids à élever est de mil livres; & si le poids est de dix mil, l'effort seroit de mil livres. Par cette demonstration il est sensible que l'effort supposé d'un treüil qui tireroit trois mil avec la force d'un homme, éleveroit trente mil avec un moufle de cinq poulies doubles, comme un fardeau de trente mil seroit en équilibre avec trois mil au bout d'un levier dont l'abatage seroit dix fois aussi long que sa prise.

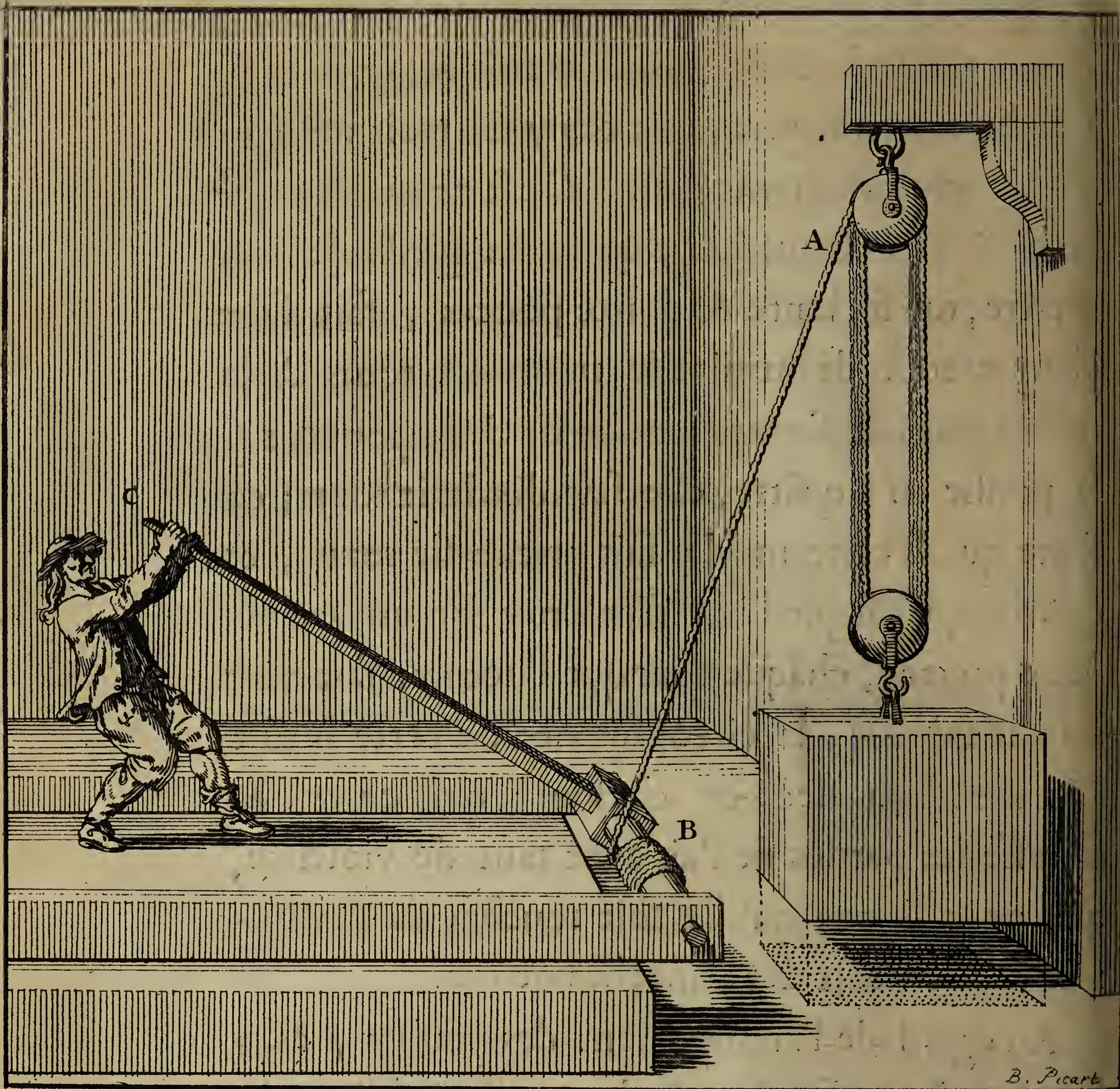
EXEMPLE.



Il est certain que le poids de trente mil seroit

en équilibre avec trois mil, & qu'un filet pourroit le mettre en mouvement proportionné ; en ſorte que le poids de trente mil éleveroit celuy de trois mil dix fois auſſi vîte, que celuy de trois mil éleveroit celuy de trente mil. C'eſt ce qui fait que la rouë d'un Coutelier, qui a ſix pieds de diamettre, ou ſoixante & douze pouces, fait faire chaque tour de manivelle trente-ſix tours à la meule tournée ſur une poulie de deux pouces : ſi la poulie en a quatre, elle fait dix-huit tours; en ſorte que ſi cette meule fait trente-ſix tours, & qu'elle aye un pied de diamettre ſur un axe de deux pouces, chaque tour que l'homme fait faire à la manivelle, la circonference de cette meule fait cent huit pieds de chemin ; c'eſt ce qui échauffe les parties de l'air avec tant de violence, que pour le peu qu'elle ſoit touchée de l'inſtrument, il en ſort des étincelles de feu.

A l'égard de l'arrangement des poulies, elles ſont le même effet dans des boëtes à côté l'une de l'autre, comme on s'en ſert ordinairementt aux mouſles, ce qui ſe verra à la figure ſuivante.



Suppoſant des moufles à cinq poulies, chaque boëte dont la corde A ſeroit tirée par le treüil B d'un pied de diamettre, ſon demy diamettre ſeroit de ſix pouces : ſi le levier C a dix

pieds de long, ſa force ſera multipliée vingt fois ; en ſorte que ſi un homme agit de ſa peſanteur, qui pourroit eſtre de 150. l. il fait effort de vingt fois cent cinquante livres, qui font 3000. ſur ce premier brin A, le poids étant de 30000. chaque brin de corde ſera chargé de trois mil comme le premier, qu'un ſeul homme peut élever par proportion de temps : ſi à la place de cet homme on ſuſpendoit un poids de 150. l. au bout du levier C horizontalement poſé, il eſt certain que le poids de trente mil ſeroit en équilibre avec celuy de cent cinquante ; & avec une ficelle plus forte que le frottement, on pourroit élever celuy de trente mil.

Si le levier étoit du double de la longueur, comme de vingt pieds, il éleveroit le double qui feroit ſoixante milliers, ſuppoſant le cable ſuffiſamment fort, comme il ſe pourroit faire.

Si avec ce levier de vingt pieds on augmentoit encore le double de poulies juſques à dix dans chaque boëte, un homme pourroit élever cent vingt milliers toûjours par même proportion de temps, dont je n'ay pas crû devoir faire la ſupputation, parce qu'elle eſt en raiſon reciproque du poids.

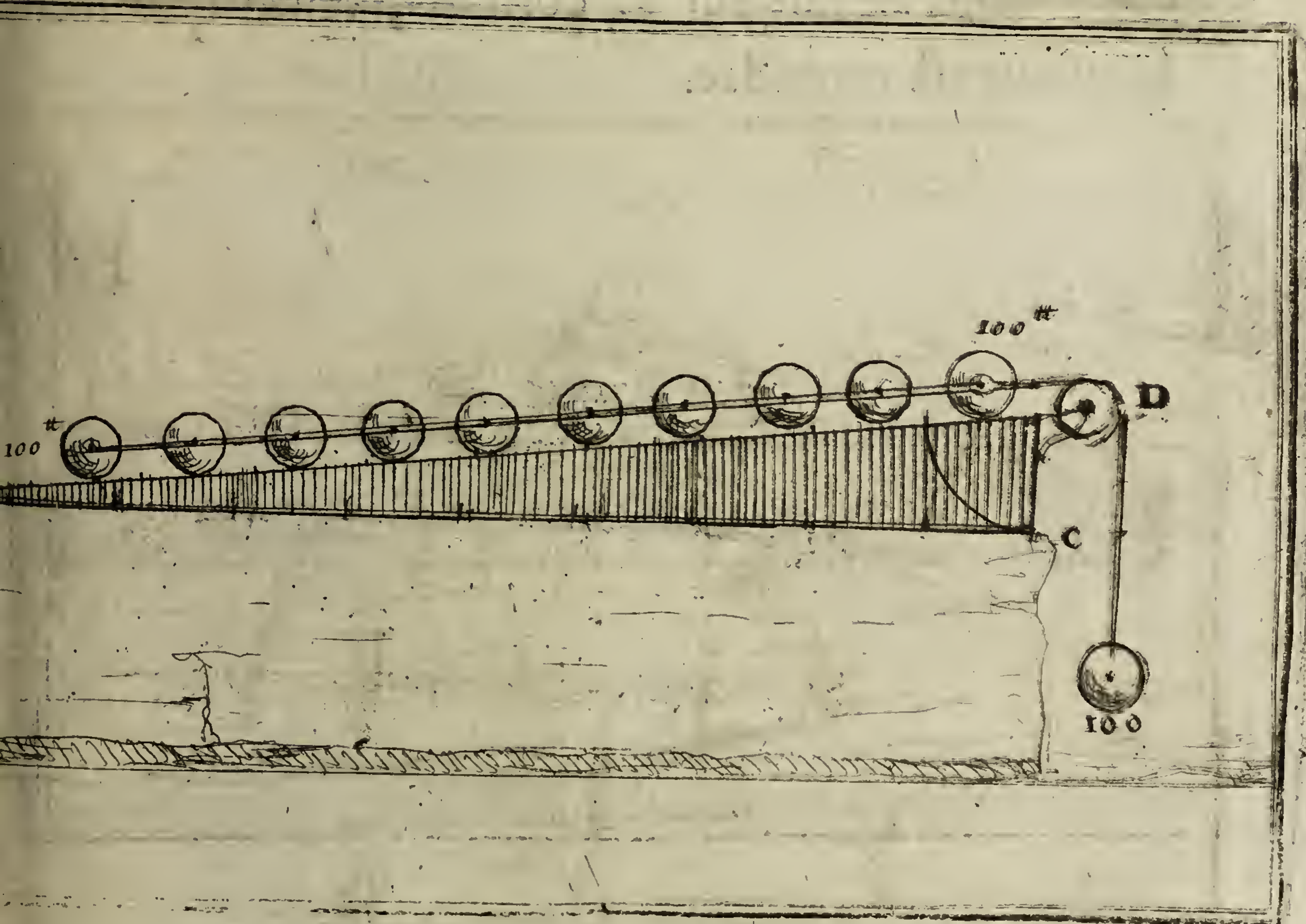
La même proportion de temps & de force qui ſe trouve dans l'élevation des fardeaux par l'effort du levier & des poulies, ſe trouve ſur le plan incliné.

Suppoſez pour plan incliné une montagne dont la pente droite A D ſoit de mil pieds de long, & l'élevation de cent pieds, avec un autre chemin B D droit auſſi, & de cinq cens pieds de long.



Celuy qui monte cette montagne par le chemin plus court de moitié, comme de B à D, fatigue une fois plus que celuy qui la monte par le

le plus loing : Par consequent celuy qui prendra le plus long A D, sera le double du temps à la monter en vitesse égale, & fatiguera moitié moins. Si on la montoit avec une échelle, la fatigue du corps seroit à proportion que l'échelle sera plus ou moins droite, qui est la même proportion du levier, & le principe general de tous les mouvemens ; ce qui se gagne sur la force se perd sur le temps.



La longueur A D étant dix fois la hauteur de CD, supposez une poulie en D qui soûtienne un poids de cent livres perpendiculairement,

il faudra dix boules de cent livres chacune sur le penchant uni, pour tenir l'équilibre au poids perpendiculaire de cent livres, par proportion de la pente à l'élevation.

Le coin est un plan incliné dont l'effort est en même raison & proportion, de maniere que plus il est aigu, moins il faut de force pour l'enfoncer.

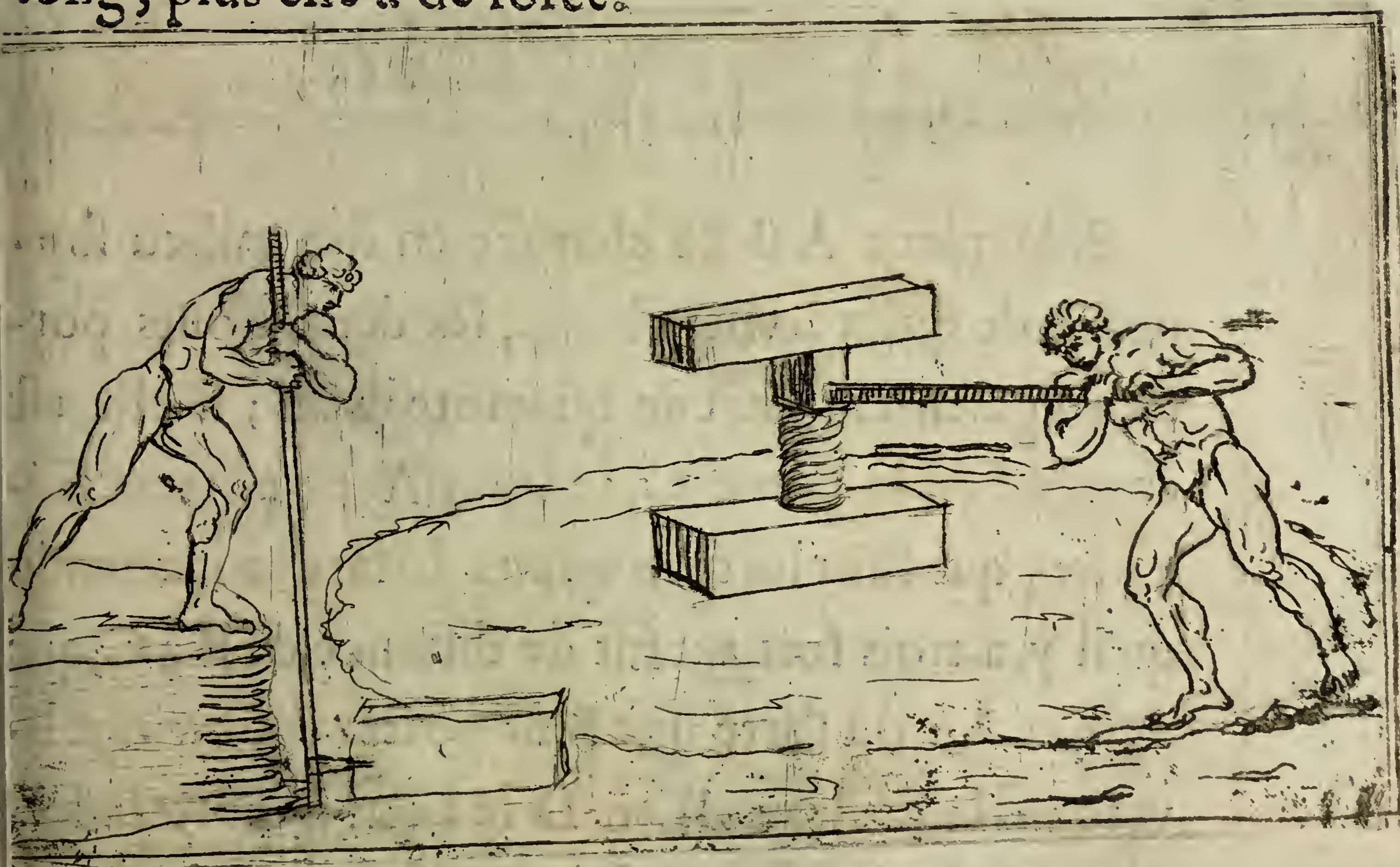
L'impulsion d'un pareil effort sera plus grande sur le coin A que sur le coin B, selon que son épaisseur est moindre.



Cette impulsion plus ou moins dépend aussi

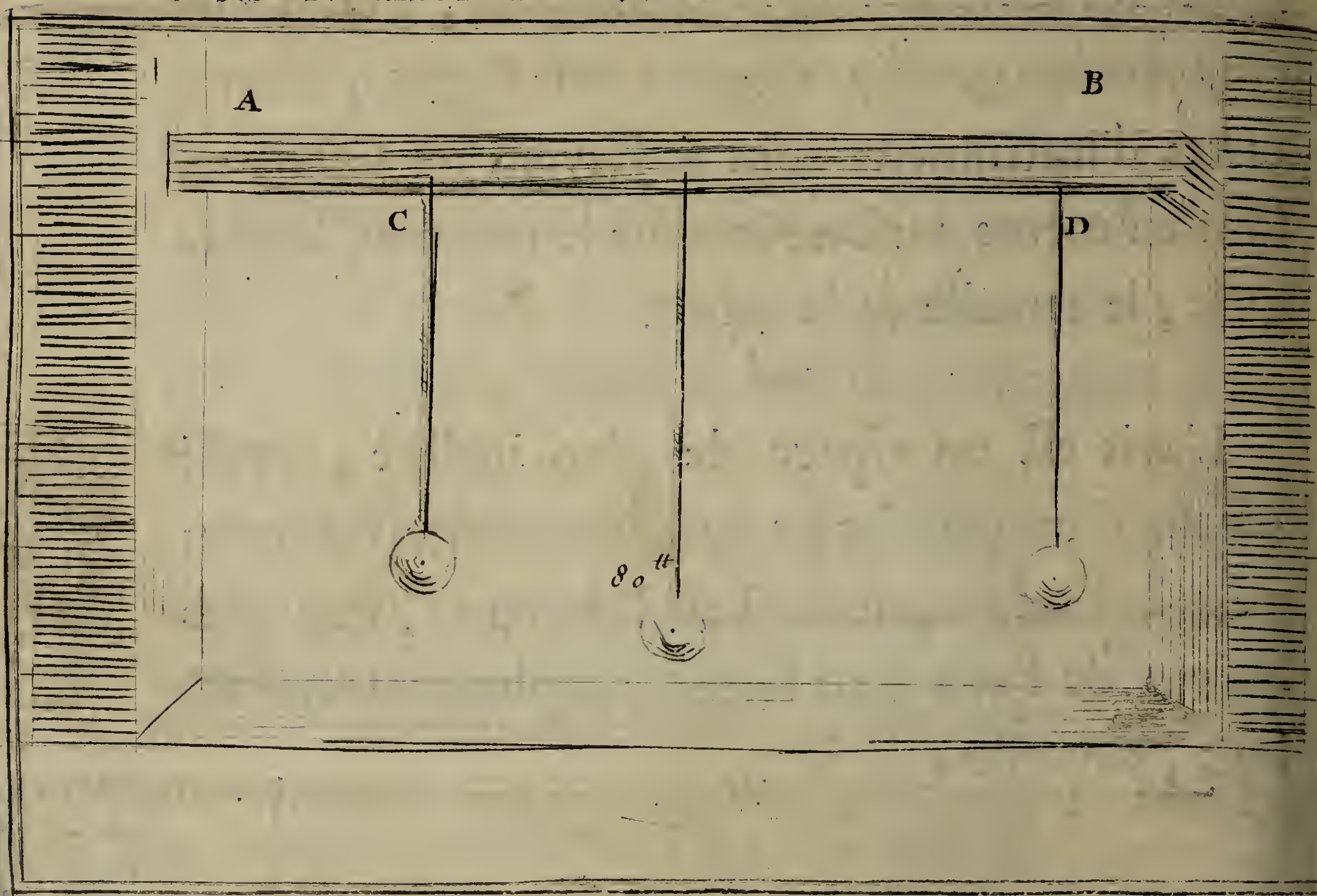
de la force de l'agent, de la pesanteur de l'instrument, & de la longueur du levier, c'est à dire du manche qui l'y conduit ou l'agite ; toutes sortes d'instrumens dont se servent les Ouvriers, sont en même raison, comme le marteau, la coignée, la tenaille & le rabot.

L'avis est un espece de plan incliné, roulé autour d'un cilindre, auquel on ajoûte un levier pour la faire tourner ; d'où l'on voit, que plus les pas de l'avis sont serrez, & plus le levier est long, plus elle a de force.



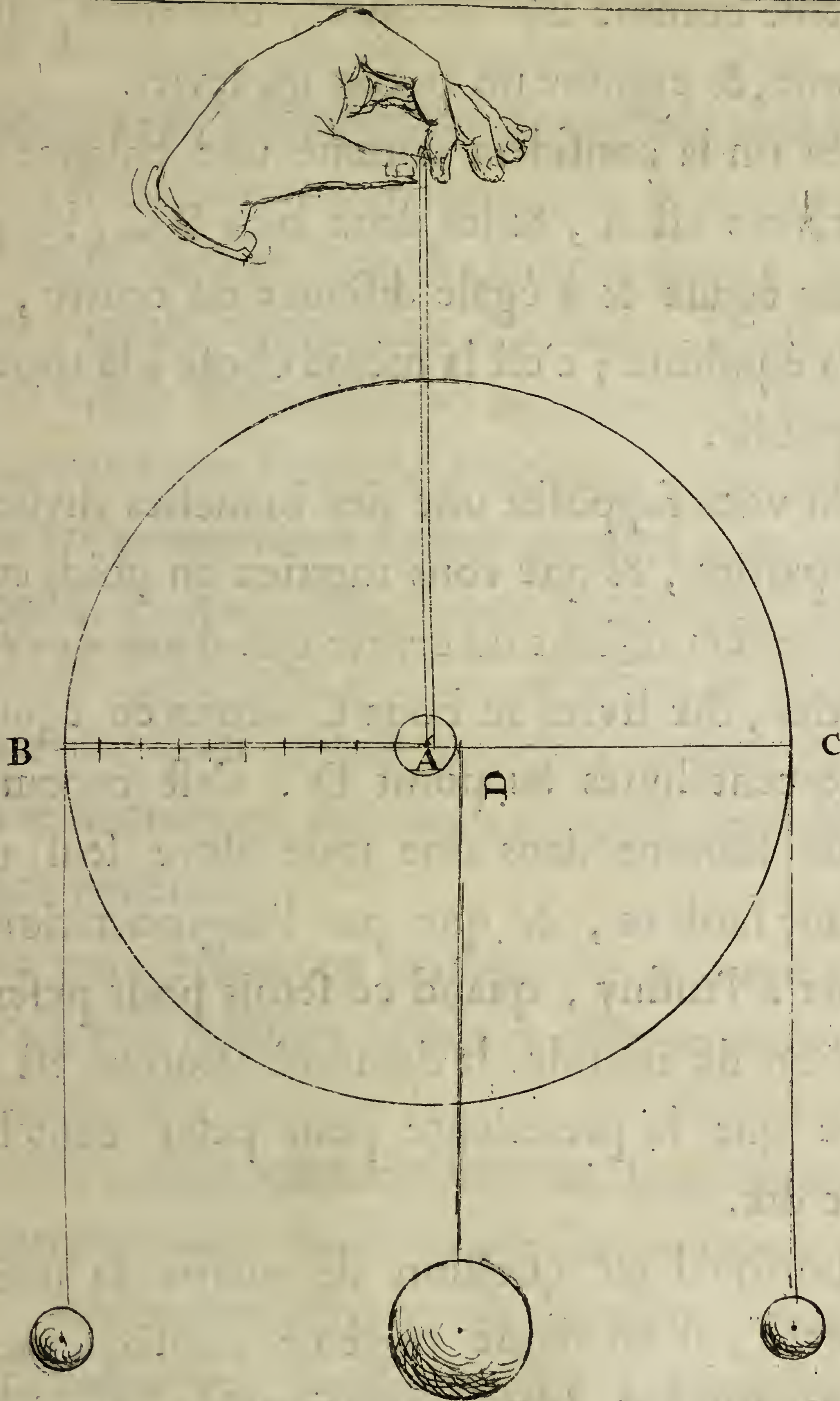
Tous les autres efforts des corps qui portent,

comme les poutres, pieces de bois ou cordes, ſont en raiſon du levier.



Si la piece A B eſt chargée en ſon milieu ſupposez de quatre-vingt livres, les deux bouts portent également chacun quarante livres; ſi elle eſt chargée en la partie C, le bout A en portera soixante, qui ſont les trois quarts du fardeau, attendu qu'il y a trois fois autant de diſtance de B à C, que de C à A : de ſorte que B ne portera que vingt livres ; ſi le fardeau eſt en D le bout B portera soixante & dix livres, c'eſt à dire ſept fois auſſi peſant que le bout A, qui ne portera que dix livres,

par la même proportion que D n'est éloigné de B que de la huitiéme partie de la longueur de la piece.



Cette demonſtration ſervira à remettre dans l'idée toutes les precedentes. Elle peut eſtre conſiderée comme une balance, une rouë, ou une poulie, & comme un pezon ou levier.

Si on la conſidere comme une balance dont le centre eſt A, & les deux bras B C, les poids étans égaux & à égale diſtance du centre, il y aura équilibre ; c'eſt la même choſe à la rouë & à la poulie.

Si vous ſuppoſez une des branches diviſée en dix parties, & que vous mettiez un poids en D, qui ne ſera diſtant du centre que d'une de ces dix parties, dix livres au bout C ſeront en équilibre avec cent livres au point D : c'eſt ce qui fait qu'un homme dans une rouë éleve ſeul un ſi peſant fardeau, & que par l'augmentation du levier à l'infiny, quand ce ſeroit pour peſer un million de monde, la demonſtration en eſt auſſi juſte que la precedente pour peſer cent livres avec dix.

Lorſqu'il eſt queſtion de mettre la main à l'œuvre, il eſt d'une extrême conſequence de ne pas tomber dans l'impratiquable, en s'abandonnant trop à la certitude des demonſtrations.

Il faut ſçavoir ſe reduire aux termes de la poſſibilité par rapport à l'ouvrage qu'on ſe propoſe, & aux materiaux qui s'y employent. Dans les models en petit il eſt preſque impoſſible d'obſerver les juſtes proportions de poids & de temps. La plûpart de ces models ſervent plus à ſurprendre, qu'ils n'apportent d'utilité. Il eſt un nombre infiny d'écrits, avec beaucoup de belles figures pour toute ſorte de Machines; mais tres-peu où les proportions ſoient gardées, & par conſequent impraticables, parce qu'on n'en peut pas tirer un calcul juſte qui ſoit en raiſon de poids & de temps. Il eſt certain que pour le peu qu'il ſe trouve d'erreur en l'un des cas, c'eſt une diſcordance generale.

Ceux qui mettent en pratique les FORCES MOUVANTES doivent obſerver abſolument ces proportions, & avoir une extrême préciſion dans l'execution, connoiſtre la force des bois & autres matieres pour bien diriger la puiſſance à l'effort. L'ARITHMETIQUE eſt neceſſaire pour regler la raiſon des nombres. La GEOMETRIE pour tracer les coupes, aſſemblages & ralongemens par rapport aux effets des mouvemens, à

leur ſituation & rencontre. LE DESSEIN eſt tres-neceſſaire pour ſe faire entendre aux Ouvriers ; même la PERSPECTIVE y contribuë beaucoup pour leur repreſenter l'objet tel qu'il doit eſtre en general , & chaque piece en particulier , ce qui ne ſe ſçauroit faire par le ſimple Geometral.

Il faut joindre le travail à l'étude ; tel eſt habile dans le cabinet , qui ne ſçauroit rien mettre en œuvre. Si l'ouvrage & l'ouvrier font beaucoup de peine à un homme ſans experience, celuy qui ne ſçauroit rendre compte de ſon travail , & qui ne le fait que par routine , ſe trouve à bout aux moindres difficultez.

Avec les principes on peut facilement acquérir l'expérience , mais tres-difficilement avec l'experience les principes. La prévention & l'âge de l'Ouvrier le rendent preſque toûjours indocile. Ceux qui deſirent arriver à quelque perfection dans les Arts, doivent y eſtre mis de jeuneſſe , & joindre à propos la pratique à la theorie ſans précipitation.

S'il eſt rare de voir les Muſes deſcendre au travail ,

travail, il eſt encore plus rare de voir monter un Ouvrier dans leur cabinet.

Les Principes aſſurent l'Ouvrier, & l'Ouvrier aſſure l'ouvrage.

N'ayant rien dit des FROTTEMENS juſques à preſent, j'ay crû devoir en faire connoître la conſequence par la demonſtration d'une experience que j'ay faite avec beaucoup d'exactitude.

Comme il n'y a aucune regle qui puiſſe déterminer préciſément ces frottemens, & que c'eſt par l'experience, le bon jugement & l'application qu'on peut en juger à peu prés, on doit eſtre extrémement ſur ſes gardes, ſelon les ſujets plus ou moins multipliez. Les frottemens conſument inutilement les forces, particulierement aux élevations d'eau où il y a diverſes rouës, lanternes, manivelles & pitons. Il n'eſt preſque pas compréhenſible la perte qui s'y fait de la force du premier agent.

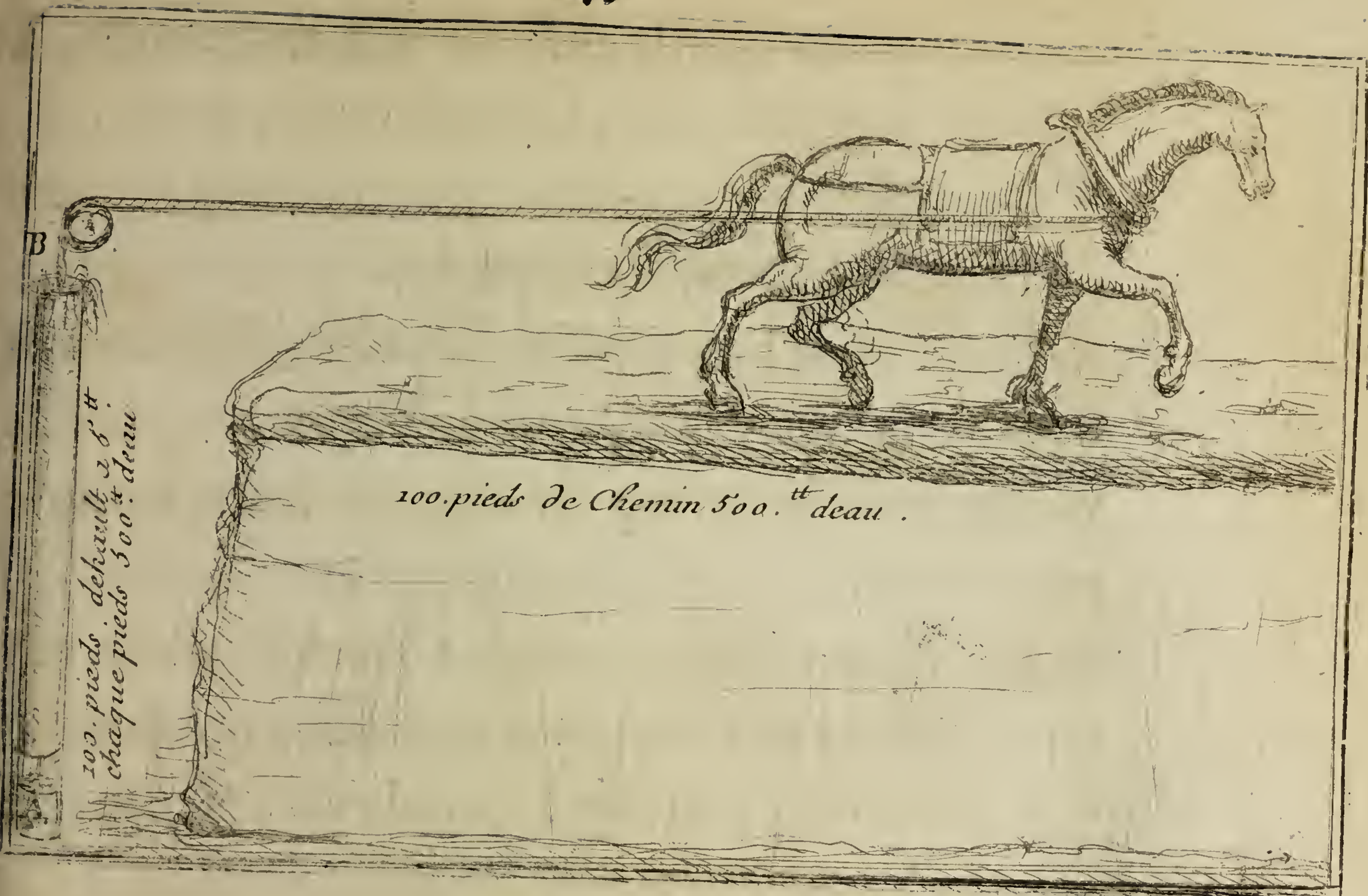
Je fis en 1677. une élevation d'eau que Monſieur Colbert ſe donna la peine de venir voir chez moy, dont il fut auſſi ſurpris que ſatisfait; cependant la choſe n'ayant pas eu de ſuite, ſur ce qu'on l'aſſura qu'il n'eſtoit pas poſſible de rien

faire de plus parfait que la grande pompe de Verſailles ; je crus m'en devoir éclaircir.

Les neuf & douze Juin de la meſme année j'obſervay que les deux pompes à trois chevaux chacune élevoient trente pouces d'eau ſur la grotte qui étoit quatre-vingt-dix-neuf pieds & demy plus élevée que la ſurface de l'étang d'où elle étoit tirée ; & que les chevaux faiſoient cent-cinquante-cinq à cent-ſoixante tours par heure de onze toiſes chaque tour, ce qui faiſoit mil ſept cent ſoixante toiſes de chemin par heure ; je me fixay à mil ſept cent toiſes : les trente pouces produiſoient quatre-vingt-dix muids d'eau dans le même-temps, qui étoit quinze muids par chaque cheval en une heure.

Il eſt reçû qu'un fort cheval tire perpendiculairement juſqu'à ſept cent peſant : je me fixay à cinq cent. Par la demonſtration ſuivante je ſupposay un tuyau de cent pieds de haut comme A B pareil à la hauteur de la grotte, d'un diamettre à contenir cinq livres d'eau chaque pied, en ſorte que le cilindre de l'eau fuſt de cinq cent livres pour cadrer à la force du cheval.

Je ſupposay au bas du tuyau un tampon ou



piſton A ſans frottemens, aſſez juſte pour tenir l'eau, auquel tampon ſeroit attachée une corde tirée par le cheval, & compris qu'à proportion que ce piſton ſeroit élevé d'un pied, il devoit ſortir cinq livres d'eau par le haut du tuyau ; en ſorte que le cheval faiſant dix-ſept cent toiſes de chemin par heure, cela me devoit produire quatre-vingt-onze muids d'eau, ce qui me fit connoiſtre que cette pompe quelque bonne qu'elle fuſt, ne mettoit à profit que la ſixiéme partie de ſa force, puiſqu'un cheval devoit faire autant que faiſoient ſix ; en ſorte que la force des cinq

autres chevaux étoit consumée aux frottemens, à la perte de temps, ou à l'épanchement d'eau.

Peut-estre que personne ne s'est donné la peine de faire une pareille experience.

J'avouë que ne pouvant croire qu'il fust impossible d'approcher plus prés de l'équilibre, je travaillay avec beaucoup de dépense à une seconde experience.

Elle élevoit quarante-cinq muids d'eau par heure à cent pieds de haut; en sorte que je trouvay la moitié de ma force employée, au lieu que l'autre n'en employoit qu'une sixiéme partie.

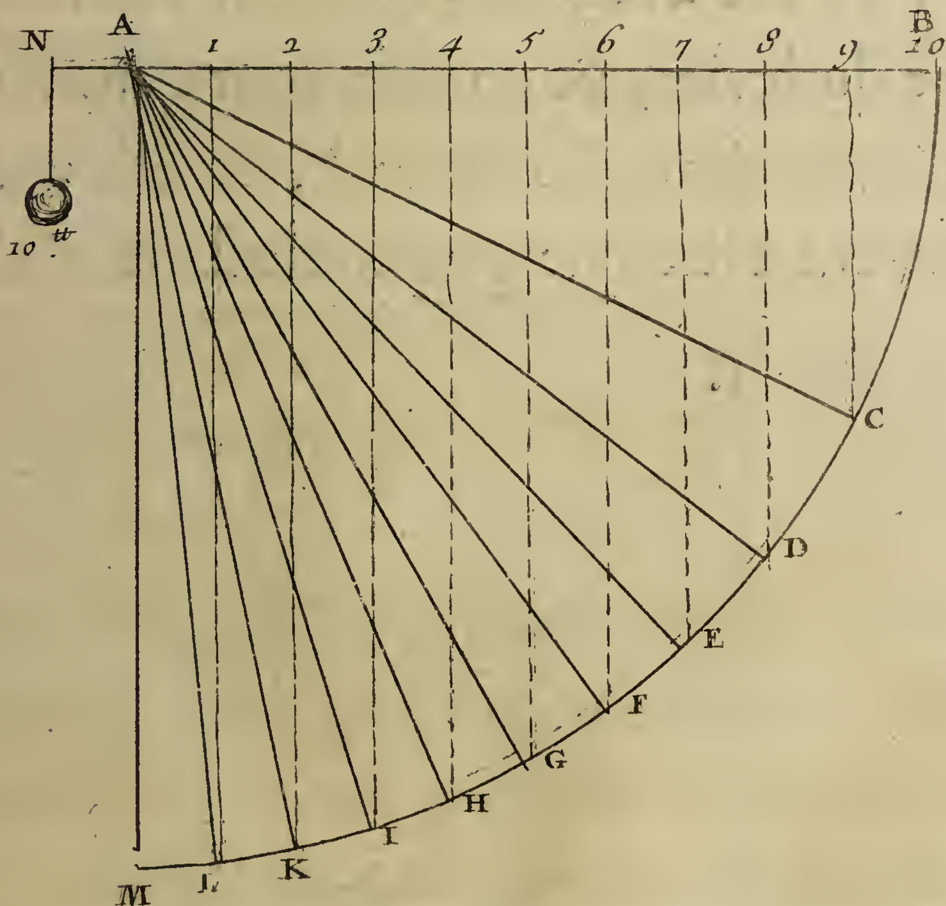
Ce qui me donnoit trois fois autant d'eau, c'est à dire quarante-cinq muids par heure à cent pieds de haut; au lieu que celle de Versailles n'en élevoit que quinze muids avec pareille force en même-temps & à même hauteur.

Cette experience doit faire juger de quelle consequence sont les frottemens, particulierement lorsque les mouvemens sont fort multipliez.

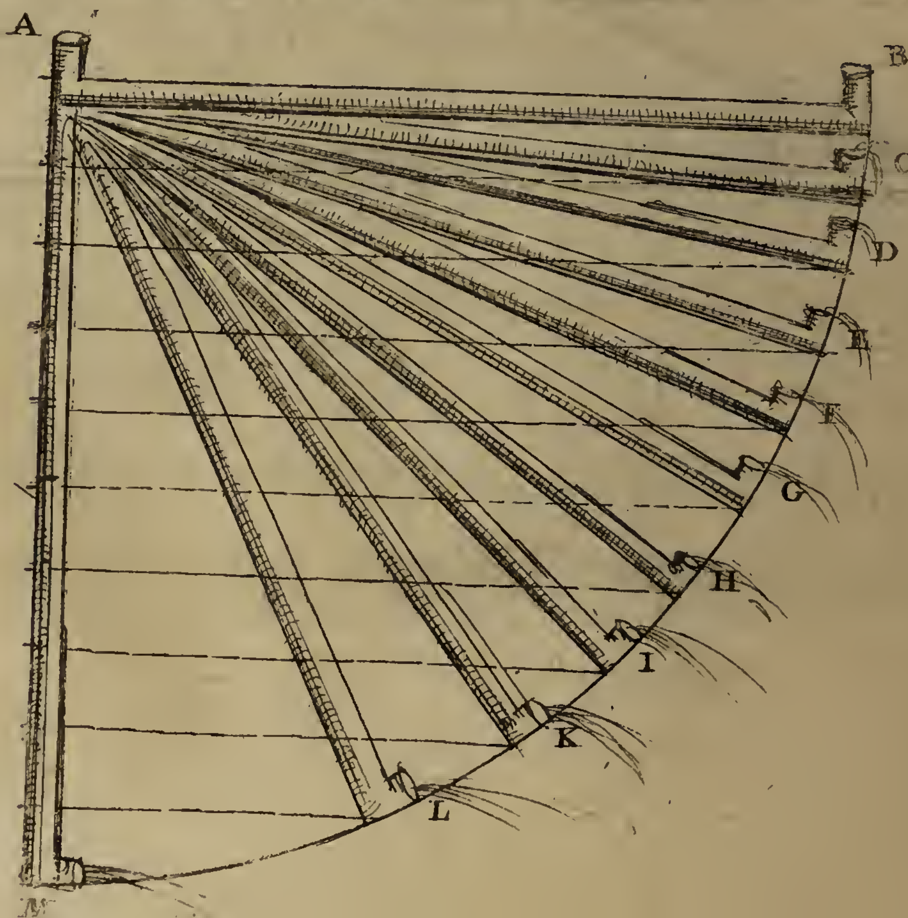
Les mêmes proportions qui se trouvent dans la pesanteur des corps solides sont en celle des liqueurs.

Le levier AB que je ſuppoſe diviſé en dix parties, chargé d'une livre en B, ſera en équilibre avec le poids de dix livres en N. Suppoſé que A N ſoit la dixiéme partie de A B, & par conſequent le centre A ſera pour lors chargé de II. l. par l'effort du levier B N.

A proportion que ce levier baiſſe par le bout B, il diminuë ſa puiſſance, comme lorſqu'il eſt au point C il ne force plus que de 9. l. au point D de huit, au point E de ſept ; en ſorte qu'il ne fait plus aucun effort contre l'autre bras A N lorſqu'il eſt perpendiculaire.

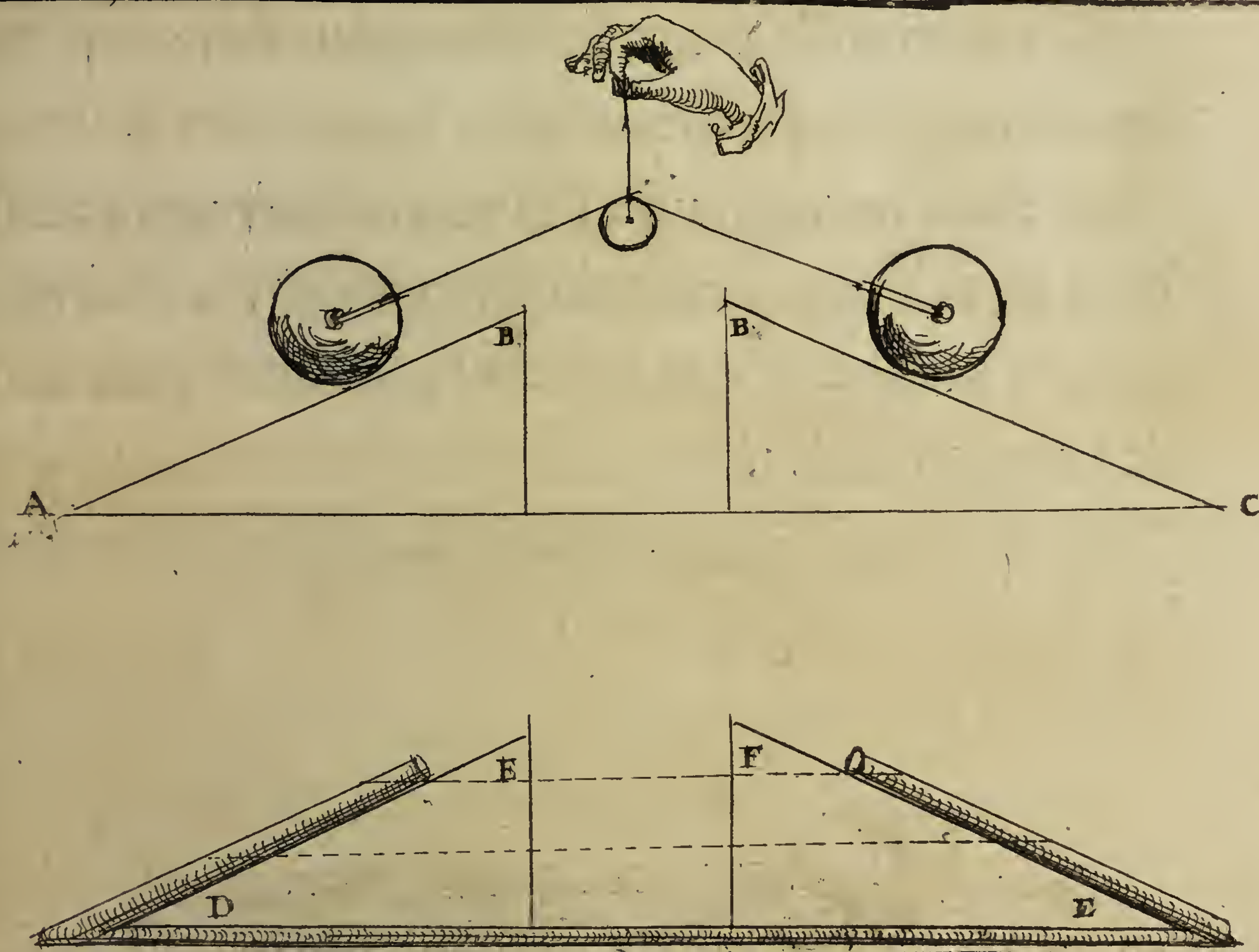


Si au lieu du levier vous ſuppoſez un tuyau horizontal de dix pieds de long qui contienne dix livres d'eau comme A B, toutes les parties de cette eau ne feront aucun effort pour ſortir, qu'à proportion que le tuyau ſera incliné : ſi vous luy donnez l'inclinaiſon de A à C l'eau fera effort d'une livre pour en ſortir ; ſi vous luy donnez celle de A à D, elle fera effort de deux ; de A à E, de trois, de même à proportion ; en ſorte que ſi on met ce tuyau perpendiculairement, le cilindre de l'eau qui ſera de dix livres, fera effort de tout ſon poids, & en tiendra un de pareille valeur de dix livres en équilibre. Par le même principe du levier, & un effet tout contraire, l'effort du levier étant horizontal, & celuy de l'eau ne pouvant eſtre que perpendiculaire.



Comme ſur les deux plans AB & BC également inclinez, deux poids d'égale peſanteur ſeront en équilibre.

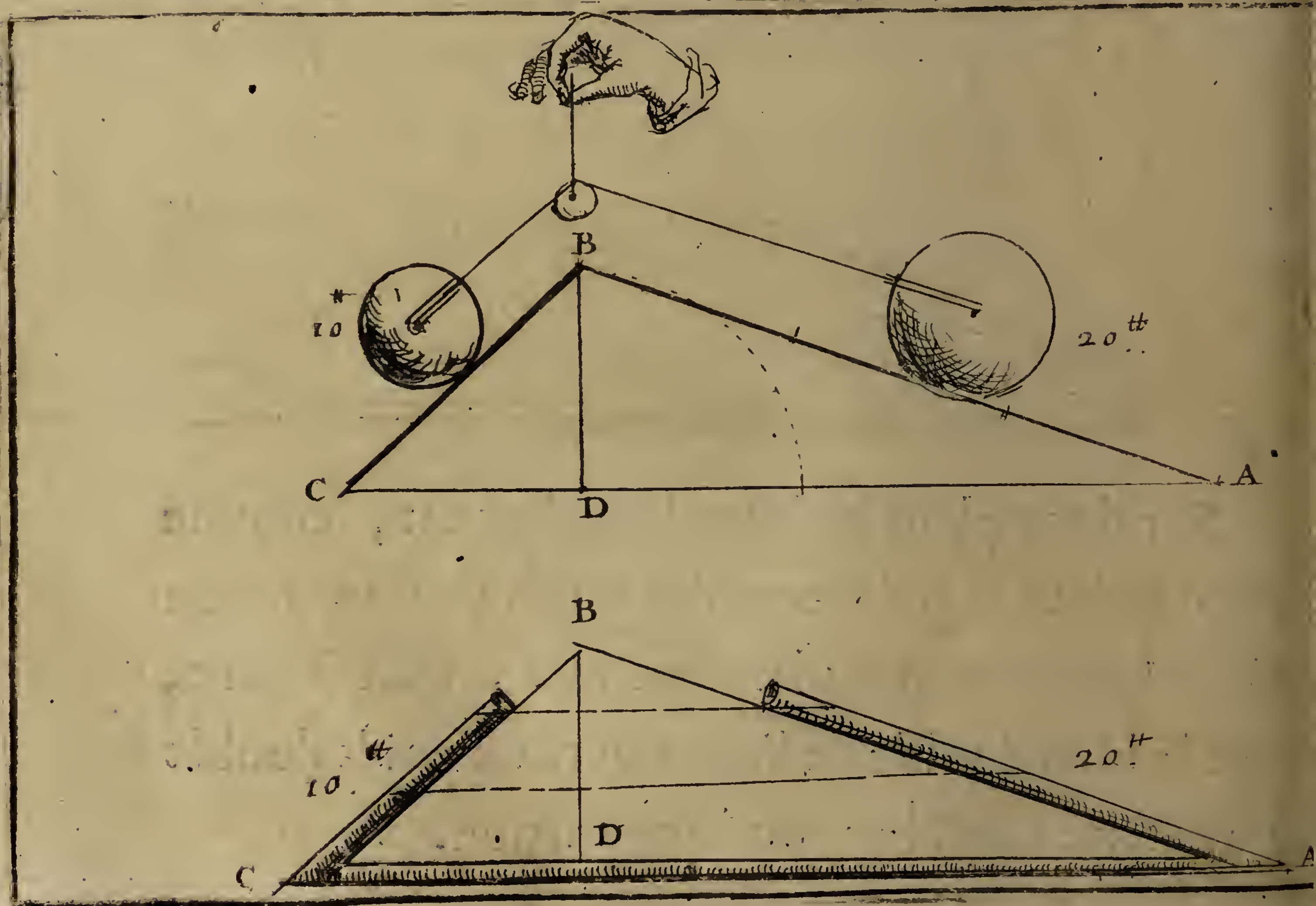
Si vous poſez le long de ces deux plans ou de tous autres, DE & EF, deux tuyaux qui ſe communiquent, l'eau y montera toûjours également en s'y mettant toûjours à niveau.



Sur deux plans inclinez inégalement, comme AB & BC la peſanteur des poids ſera en raiſon de la longueur des plans inclinez ; c'eſt à dire, que le plan double de l'autre aura un poids double pour faire équilibre, ou à proportion.

De même, si vous mettez des tuyaux qui se communiquent sur ces plans inclinez, comme on voudra, l'eau s'y élevera toûjours à même hauteur, de quelque diametre que soient ces tuyaux : de sorte que ce qu'ils en contiennent sera toûjours proportionné à leurs bases multipliées par la longueur de ces plans.

Ces demonstrations suffisent pour faire voir que les mêmes proportions bien entenduës se trouvent dans les regles de l'HYDROSTATIQUE, aussi-bien que dans celles de la STATIQUE ; c'est à dire dans la pesanteur des liqueurs, comme dans celle des corps solides.



Les ondulations qui ſe font ſur la ſuperficie de l'eau lorſqu'il y tombe une pierre, ſont d'une neceſſité ſi abſoluë & ſi inévitable, qu'on en peut tirer de tres-fortes conſequences pour les mêmes mouvemens dans l'air, & pour les ſons.

Lorſqu'une pierre tombe dans un baſſin d'eau, on y voit former des cercles qui s'élargiſſent ſur la ſurface de cette eau à proportion qu'ils s'éloignent du centre, en s'affoibliſſant juſques à ce que l'eau aye repris ſon repos.

Pour conduire l'idée à quelque proportion de ces mouvemens ondulaires, quoyqu'ils ne puiſſent jamais eſtre préciſément determinez, & qu'ils dépendent de pluſieurs circonſtances, comme de la groſſeur & peſanteur de la pierre, de la hauteur & violence de ſa chute, & de l'épaiſſeur de la liqueur ou de l'air; j'en ay imaginé une forme de demonſtration qui poura exciter les habiles à mieux faire, & que je n'expoſe que pour ce qu'on voudra la recevoir.

Lorſque la pierre tombe dans l'eau, elle y cauſe deux mouvemens, celuy qui fait relever l'eau pardeſſus, & celuy qui la comprime pardeſſous.

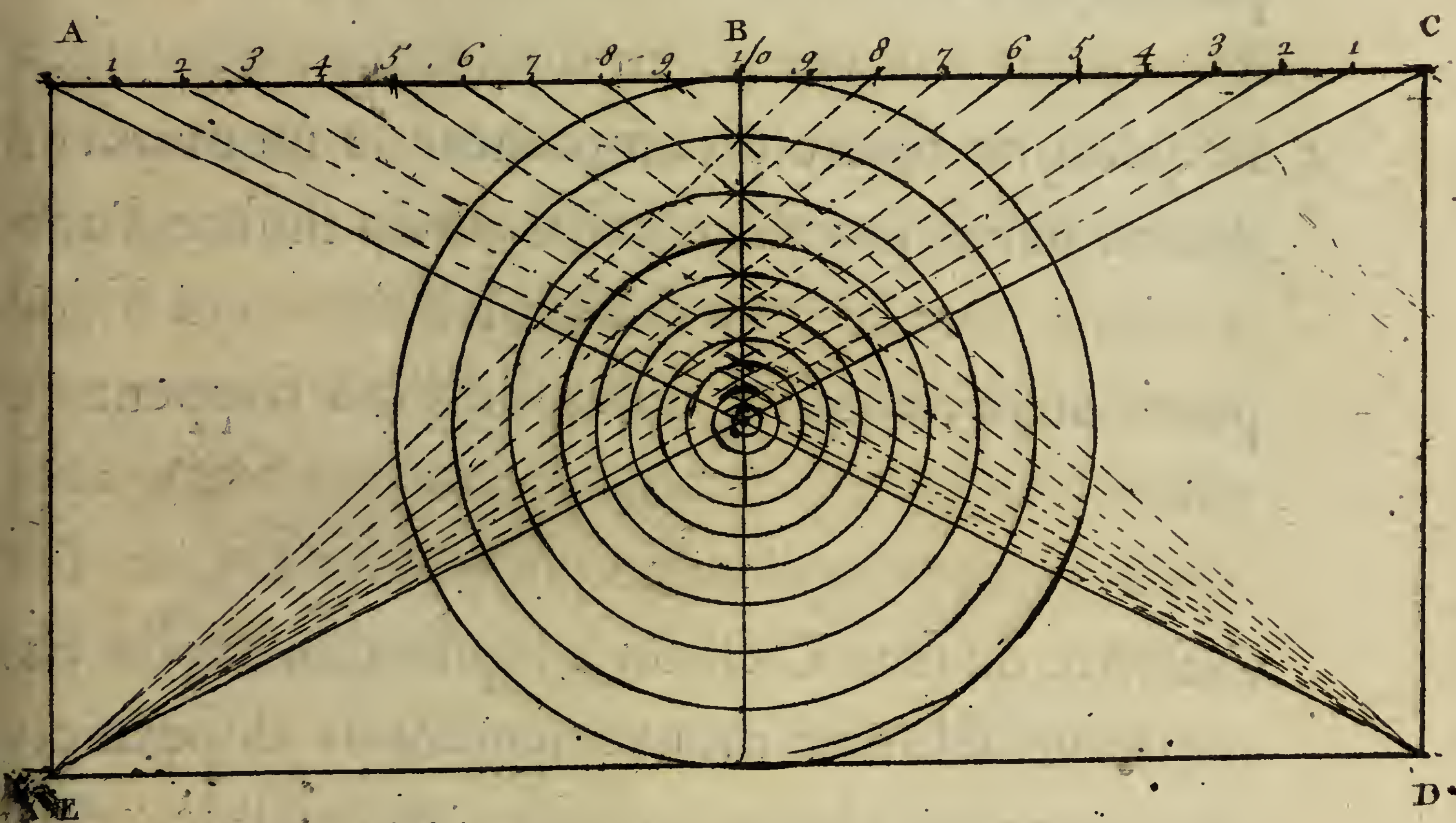
Ces deux premiers mouvemens par l'effort de

la pierre en causent deux autres par la fluidité de l'eau. La partie de cette eau qui a été élevée au dessus de sa surface en retombant, pousse la plus proche qui chasse l'autre, & consecutivement cause ces mouvemens circulaires qui s'élargissent en s'éloignant du centre. Le second mouvement se fait de la circonference du premier cercle à son centre, pour en remplir le vuide que la pierre a causé par sa chutte précipitée.

Ces mêmes mouvemens circulaires opposez, font que tous les angles de reflection se répondent également, tendant ou sortant du même centre, comme les parties de l'eau, dont la fluidité les contrebalance également, en cherchant à se remettre de niveau; ce qui me paroît estre démontré cy-aprés.

Supposez une ligne A B C partagée par son milieu en forme de bras d'une balance; dont chaque côté peut estre divisé en autant de parties qu'on voudra, que je suppose seulement de dix pour la rendre plus sensible; en tirant deux perpendiculaires égales aux deux extremitez A C, comme A D & C E, & deux diagonalles de A à E, & de C à D, on peut établir leurs

ſections pour centre des ondulations, attendu l'égalité des angles & des lignes oppoſées : ſi on tire enſuite d'autres diagonalles des nombres 1, 2, 3, 4, &c. de chaque côté aux mêmes extremitez D E, leurs ſections pourront eſtre conſiderées comme la proportion de ces ondulations, qui s'élargiſſent en s'éloignant de leur centre.



Je ne prétens pas établir cette demonſtration pour regle univerſelle ; mais comme il eſt tres-poſſible qu'elle ſe trouve juſte en certains cas, vû les diverſes circonſtances, elle peut eſtre conſiderée pour telle, & ſervir à former & à conduire

les idées, comme on s'imagine des lignes dans le Ciel pour faire des operations tres-certaines.

S'il eſt poſſible qu'elles ſe rencontrent juſte, on peut en tirer des conſequences pour les mouvemens de l'air & des ſons, par rapport à leur force plus ou moins aiguë, & à la qualité de l'air plus ou moins ſubtil : Ce qui eſt dautant plus probable que le ſon des cloches ſe fait entendre & perpetuë par repriſe en diminuant ; de maniere qu'on ne ſçauroit comprendre le mouvement de l'air par le ſon des cloches ou du timbre d'une pendule, que comme des ondulations qui frappent l'oüye, comme celles de l'eau frappent la vûë.

La même application ſe pourroit faire ſur l'activité du feu ; C'eſt un air qui s'allume plus ou moins vif ſelon le mouvement & la diſpoſition de ſa matiere plus ou moins combuſtible. Les lueurs que ces embraſemens cauſent l'Eſté, & qui ſe diſſipent à l'inſtant, font voir la partie du centre toûjours la plus éclairée, & que cette clairté diminuë à proportion qu'elle s'en éloigne, comme les ondulations de l'eau diminuent de force en s'élargiſſant. Il eſt auſſi tres-certain,

que pour mettre ce feu en mouvement, il faut qu'il ſoit déterminé par une force ſuperieure à ſon oppoſé ; ce qui ne ſçauroit arriver qu'aprés avoir ſurmonté le periode de l'équilibre.

Tous ces effets ſont ſi naturels, qu'ils ne peuvent eſtre autrement : Il faut que la partie la plus proche du centre, pour communiquer ſa force à la plus éloignée, en laiſſe à celles par où elle paſſe à proportion.

La derniere jointure du doigt eſt un petit levier qui fait mouvoir ma plume ; l'aſſemblage des doigts en eſt un plus fort ; celle du poignet s'augmente à proportion ; le coude devient un plus grand levier qui prend ſa force de l'épaule, d'où la groſſeur des muſcles la communique de même par degrez.

Avec un peu d'application on connoiſtra que tous les mouvemens ſe font en paſſant par l'équilibre. Par exemple, lorſqu'il arrive quelque tremblement de terre, il eſt certain que c'eſt un air preſſé dans ſes concavitez, qui faiſant effort pour repouſſer les parties qui l'oppriment, ſi le periode de ſa force ſe rend ſuperieur par la chaleur qui le rarifie, il écarte & renverſe tout

ce qui s'oppoſe à ſon paſſage, & s'enflâme ſouvent ſelon qu'il eſt plus ou moins rarifié & comprimé, ce qui arrive plus ordinairement aux environs de la Mer & des Iſles, dont les terrains ſont de matiere combuſtible, comme de ſoufre, de ſelpeſtre & de bitume.

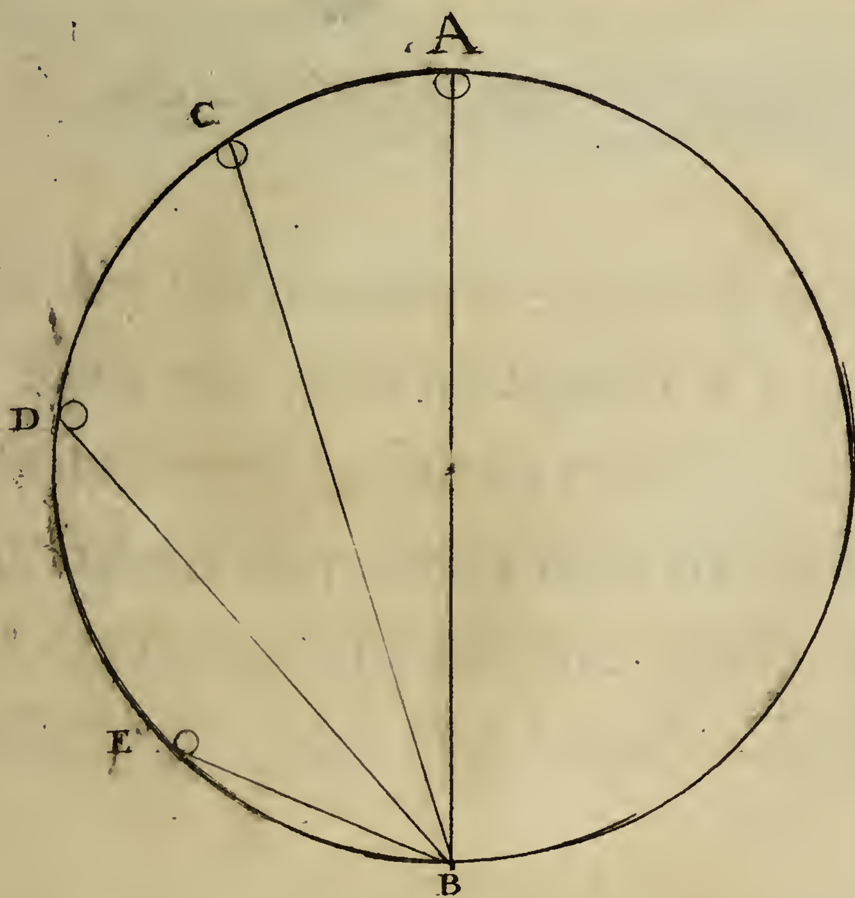
C'eſt par ce même principe que ce ſont les foudres & les tonnerres; les qualitez oppoſées de la chaleur & du ſec, renfermées dans les nuës froides & humides, arrivant à ce periode de force ſuperieure pour crever la nuë, cauſe ces embraſemens, ces mouvemens & ces bruits épouvantables dans l'air; & les reflections de ces bruits contre les nuées diſpoſées de certaines manieres, en multiplient le bruit ſelon qu'elles ſont frappées plus ou moins directement; comme le bruit d'un canon en multiplie les coups à proportion que l'air qu'il pouſſe rencontre des corps qui le font refléchir.

Par ces mêmes raiſons & proportions les voiles d'un Vaiſſeau ſont plus ou moins pouſſées par le vent; ce qui eſt ſi évident, qu'il ne m'a pas paru à propos d'en faire aucune demonſtration.

Lorſqu'un courant d'eau diſſout peu à peu le

terrain contre lequel il coule , la cavée qu'il fait pardeſſous étant à un certain periode d'équilibre avec la maſſe du terrain, il faut de neceſſité que cette partie ſe détache & qu'elle tombe, cequi ne peut eſtre que par un effet de cet équilibre, où il faut abſolument que tous les corps paſſent pour recevoir du mouvement.

Si vous ſuppoſez une boule tombante de la partie ſuperieure d'une circonference, en paſſant par le centre comme de A à B, & que vous faſſiez rouler tel nombre de boules de pareil poids & groſſeur des points de cette circonference au point B en ligne droite, comme de C D E, toutes ces boules arriveront en B dans le même inſtant que celle qui tombera perpendiculairement.



Ayant dit dans le commencement de cet Ouvrage, que c'eſt par rupture du l'équilibre que ſe font tous les mouvemens, j'ay crû en devoir expliquer quelque choſe naturellement comme je l'entens, ſans deſſein de prendre aucun party ſur les differentes opinions qui ſe rencontrent en ces matieres.



Figure

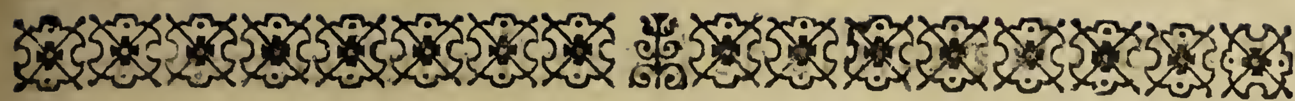


Figure du petit Chariot, qui avec 2. l. de force tire en montant 3000. l. & en pouroit tirer beaucoup plus par proportion de temps.

La force de cet Inſtrument vient de ſa ſimplicité : il y a ſix trous aux rouës marquez 1 2 3 4 5 6; les leviers A B ſont arreſtez par les chevilles de fer qui paſſent au travers du premier trou de chaque rouë : lorſque ces leviers ont été tirez de B à C par la manivelle D, on releve les leviers, & le trou

6 qui étoit derriere le levier, ſe trouve devant, où on remet la cheville de fer ainſi conſecutivement. C'eſt la Figure du même Chariot propoſé pour élever la Statuë Equeſtre du Roy, dont la force auroit été augmentée par le moyen des rouës multipliées. Il étoit diſpoſé de maniere, que celuy qui l'auroit conduit ſe ſeroit mené luy-même.





SUPPUTATION CURIEUSE
de la pesanteur du Globe de la Terre, & la demonstration pour le soûtenir en équilibre au moyen d'un point fixe supposé.

TOus les Geographes divisent la Terre en 360 degrez, chacun à

20 lieuës de France de 2500.t. v. 50000. t.
15 lieuës d'Allemagne de 3333 2 p. v. 50000. t.
60 milles d'Italie de 833 2. v. 50000. t.

Chaque degré étant fixé à 50000. t. les 360 degrez font 18000000 de toises pour la circonference de la terre, par la regle 22 de circonference donnent 7 de diamettre. Les 18000000 de toises de la circonference me donnent 5727273 toises pour le diamettre du Globe de la Terre, que je multiplie par 18000000 de circonference.

5727273
18000000

103090914000000

Le produit donne ces quinze chifres pour la

ſuperficie convexe du Globe de la Terre, qui étant derechef multipliez par la ſixiéme partie du diamettre, qui eſt de 954545.

	1030909 14000000
	954545
	98404968049587000000

donnent ces vingt chifres qui contiennent le nombre des toiſes cubes du Globe de la Terre.

L'experience journaliere nous apprend qu'une toiſe cube de terre peze environ vingt milliers. Le nombre des toiſes cubes du Globe de la Terre étant certain, & la peſanteur de chacune étant connuë, il eſt évident qu'en multipliant ce nombre de toiſes par la peſanteur de chacune, le produit donnera la peſanteur de tout le Globe de la Terre.

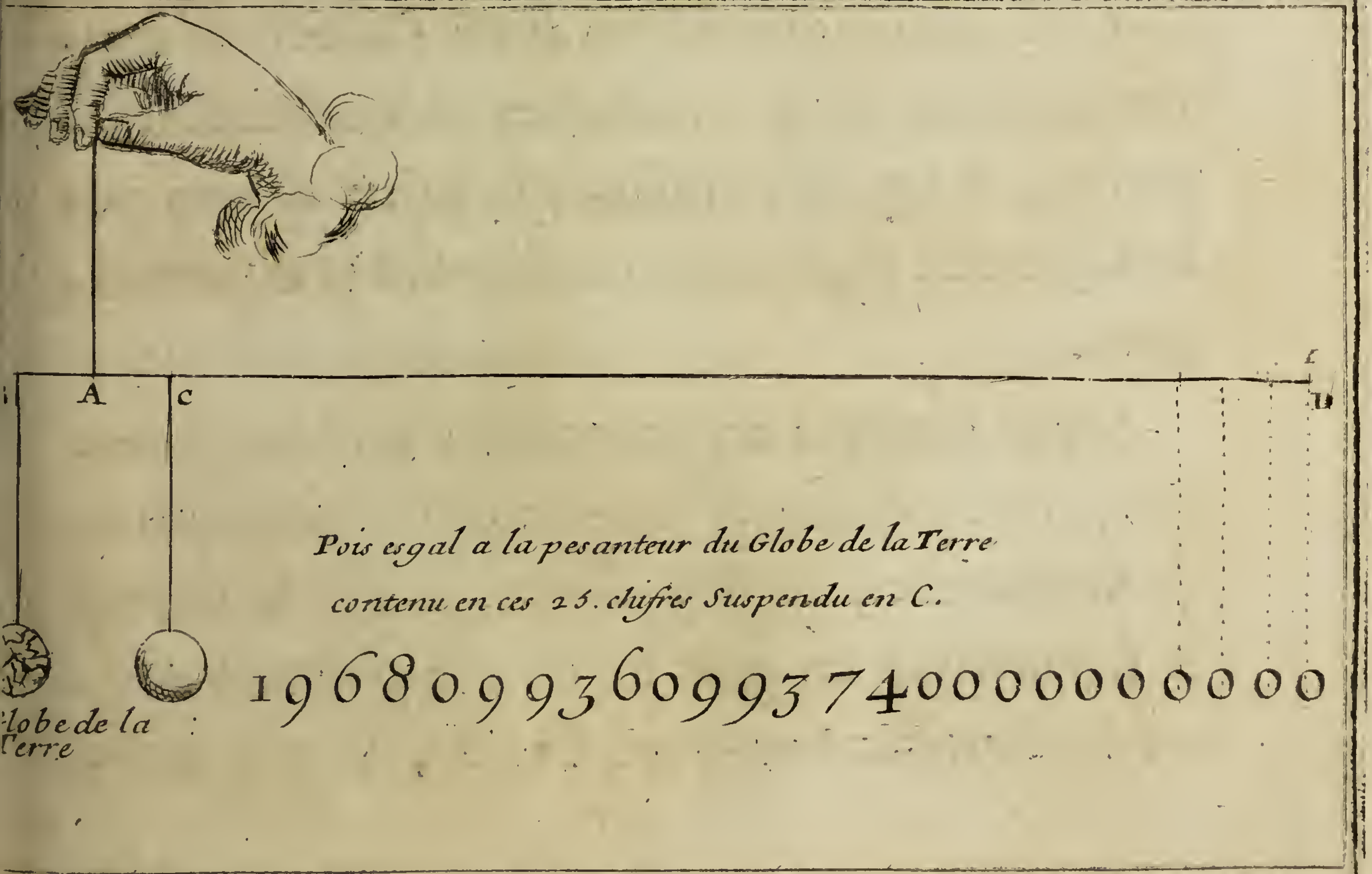
Le nombre des toiſes cubes du Globe de la Terre eſt de . . .	98404968049587000000
Chaque toiſe peze	20000
	1968099360991740000000000

Le produit donne ces vingt-cinq chifres pour le nombre de livres que peze tout le Globe de la Terre.

Il est à remarquer que cette impossibilité de fixer un point, & d'avoir un levier d'une longueur si immense, n'altere en rien la verité ny la netteté de cette demonstration.

DEMONSTRATION.

En supposant ce point fixe A, & la terre suspenduë en B avec un poids d'égale pesanteur contenu en ces vingt-cinq chifres posé au point C, il est évident que tout le Globe de la Terre seroit en équilibre comme dans la balance, & en alongeant la branche ou levier A C jusqu'en D autant de fois la longueur de A à B, que les vingt-cinq chifres contiennent en nombre ; je dis qu'une livre tiendroit tout le Globe de la Terre en D.



Quoyque cette ſupputation paroiſſe comme immenſe à cauſe du grand nombre de chifres, elle eſt auſſi certaine que la ſeconde demonſtration pour pezer 16 onces avec 8.

Je me ſuis ſervi d'un levier pour rendre cette demonſtration plus intelligible ; elle pourroit ſe faire par pluſieurs roües ou leviez multipliez en même raiſon.

L'étude des Sciences, & l'experience dans les Exercices, donnent aux hommes certaines lumieres & certaines pratiques dont les habiles font le myſtere de leur profeſſion, où les demy ſçavans ne parviennent pas, & qui fait l'admiration des ignorans.

Ce ſeroit un grand bien ſi on s'attachoit à racourcir les moyens d'enſeigner en éclairciſſant les regles, & les aſſujettiſſant aux ſujets & non pas les ſujets aux regles, comme il arrive preſque toûjours.

Si par exemple on propoſoit à un jeune homme, aprés quelques leçons d'Arithmetique & de Geometrie, de luy faire faire ſur le champ la ſupputation en gros de ce que pourroit coûter la Fortification d'une Place, vray-ſembla-

blement il feroit frappé par cette idée du defir d'en voir l'experience ; auquel cas luy montrant la figure fuppofé d'un Exagonne regulier, & luy faifant connoiftre que la longueur de la pointe d'un Baftion jufqu'à la pointe du Baftion oppofé , feroit de deux cent toifes, & que la muraille auroit fix toifes de haut , il comprendroit facilement que fix fois la longueur de deux cens toifes font douze cens toifes ; que fi elle avoit deux toifes d'épaiffeur , elle contiendroit 2400 toifes cubes ; fi elle coûtoit 50 liv. la toife, la dépenfe feroit de 120000 l. pour un cofté, & par confequent pour toute l'enceinte des fix coftez 720000 l. Pour le peu qu'il y prift goût il fe conduiroit de luy-même agréablement de l'Arithmetique à la Geometrie, à la Fortification, & à toutes les parties de Mathematiques, dont il pourroit prendre des notions generales , & plus particulieres fuivant fon état. Un homme de Guerre ayant plus befoin de ce qui concerne l'Art Militaire , que de l'Aftrologie & de l'Algebre.

Ces matieres étant inépuifables donneroient lieu à plufieurs Volumes. Par la fuite , fi Dieu

m'en donne le temps, je pourray mettre en lumiere quelques experiences que j'ay faites pour l'élevation des Eaux, pour creuſer & nettoyer les Ports de Mer, pour y bâtir de diverſes ſortes, & autres Ouvrages acceſſoires à l'Architecture, dont j'ay fait mon unique objet.



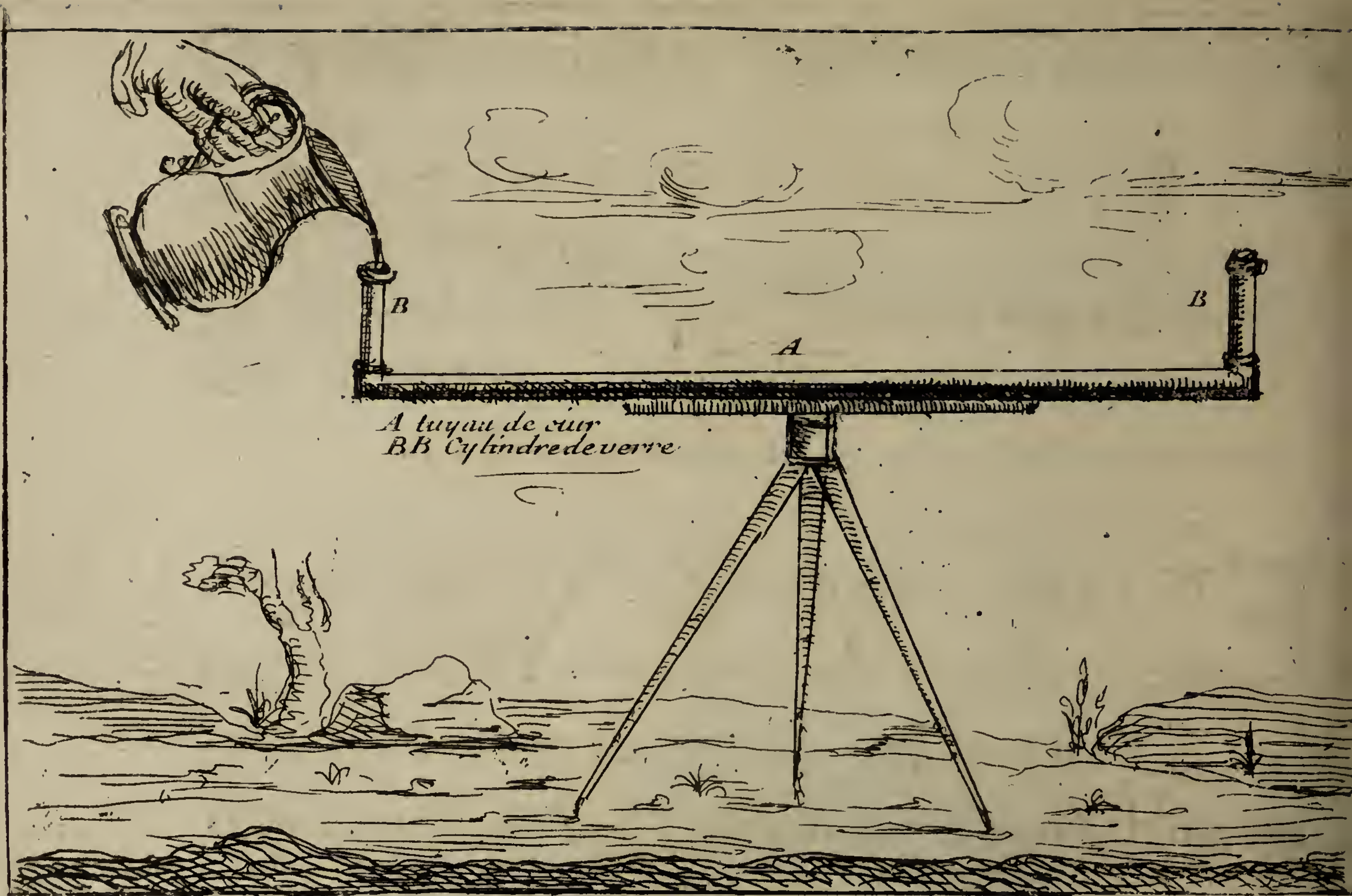
Figure



FIGURE ET DESCRIPTION du Niveau, & des moyens dont je me suis servi pour amasser & conduire les Eaux pluviales des Plaines de Saclay à Versailles, & pour les Nivellemens au sujet de la Riviere d'Eure.

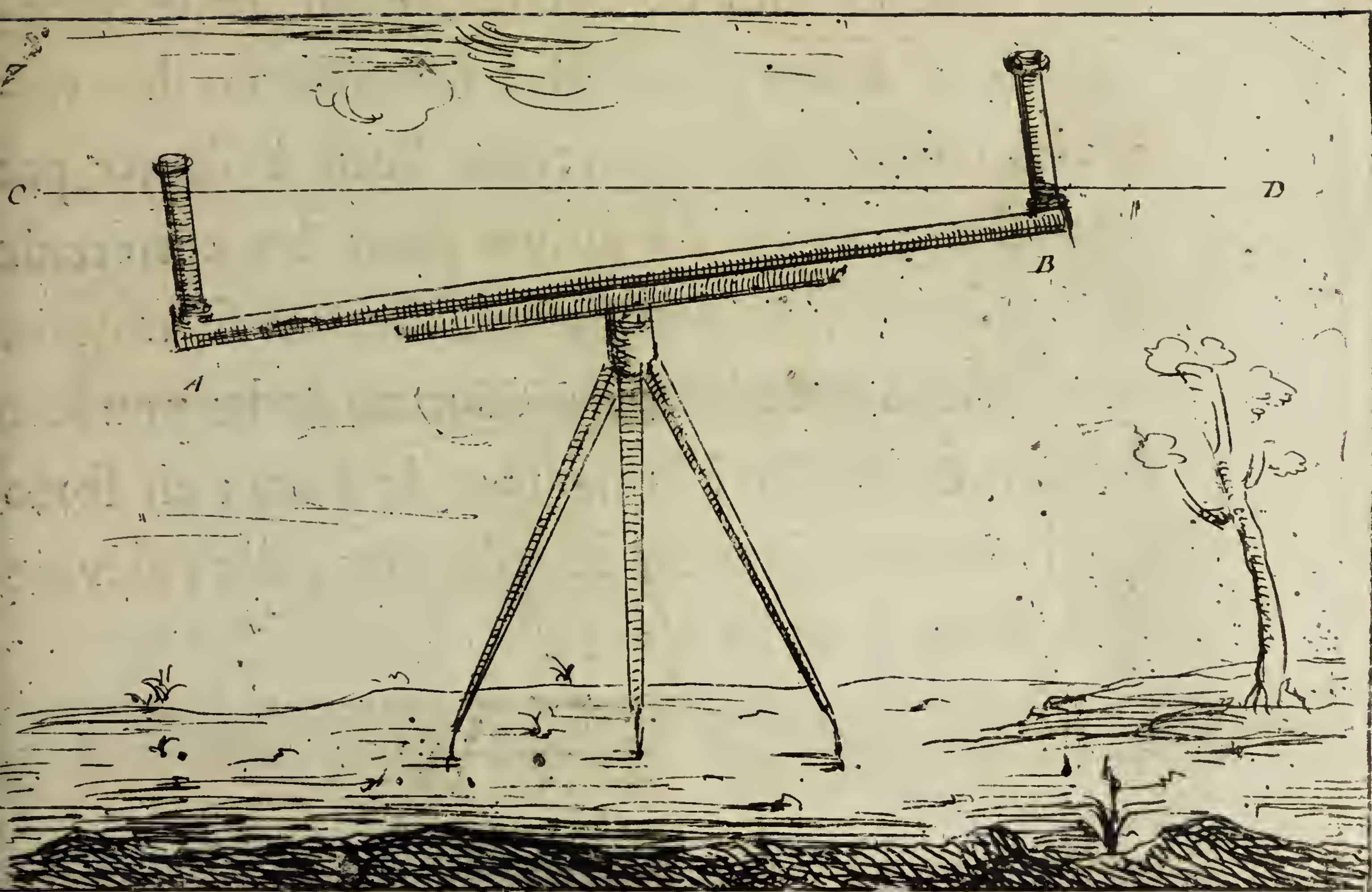
En 1680. Monsieur Colbert me proposa d'examiner les hauteurs des Plaines de Saclay, & d'en prendre les niveaux exactement, disant qu'il avoit dans l'idée qu'elles étoient plus élevées que le terrain du Château de Versailles. Quelque rapport qu'on luy eût fait du contraire, il ne pouvoit s'en dissuader; & me pria d'y travailler, & de luy en rendre compte.

Je fis faire un Niveau d'eau avec un tuyau de cuivre de six pieds de long, d'un peu moins d'un pouce de diametttre, aux deux bouts duquel je mis deux cilindres de verre d'environ sept ou huit pouces, montez sur des virolles de cuivre à vis, soûtenu sur un pied comme la Figure suivante.



Je trouvois cet Inſtrument dautant plus commode, qu'en toutes ſituations l'eau ſe met de niveau, & que du premier coup on peut ſe diriger à l'objet.

Suppoſez même que le tuyau fut un peu panché comme la ſeconde Figure A B, l'eau qu'on verſe dedans remonte toûjours de niveau comme la ligne C D.



Je m'en ſervis aſſez utilement les premiers jours pour monter la hauteur de Satory, & en traverſer la plaine : mais comme dans certaines poſitions les deux cilindres de verre oppoſez cauſoient de la difficulté à bien diſcerner la hauteur de l'eau qui étoit dedans, je fis faire un autre Niveau dont le tuyau avoit dix pieds de long, & ajoûtay à chaque bout une traverſe en forme de croix d'environ un pied, & deux cilindres de verre blanc d'environ neuf pouces de haut deſſus les bouts de chaque traverſe, ſcellez avec maſtic

dans deux virolles de cuivre, dont celle d'enbas étoit à vis pour eſtre montée ſur les traverſes : elles étoient arreſtées l'une à l'autre par une petite verge de cuivre pour les entretenir & conſerver, & pour y attacher un fil ou crin de cheval d'un cilindre à l'autre, & les pouvoir hauſſer & baiſſer à la hauteur de l'eau ; en ſorte que la verſant dans un des cilindres, elle s'élevoit également dans les quatre.

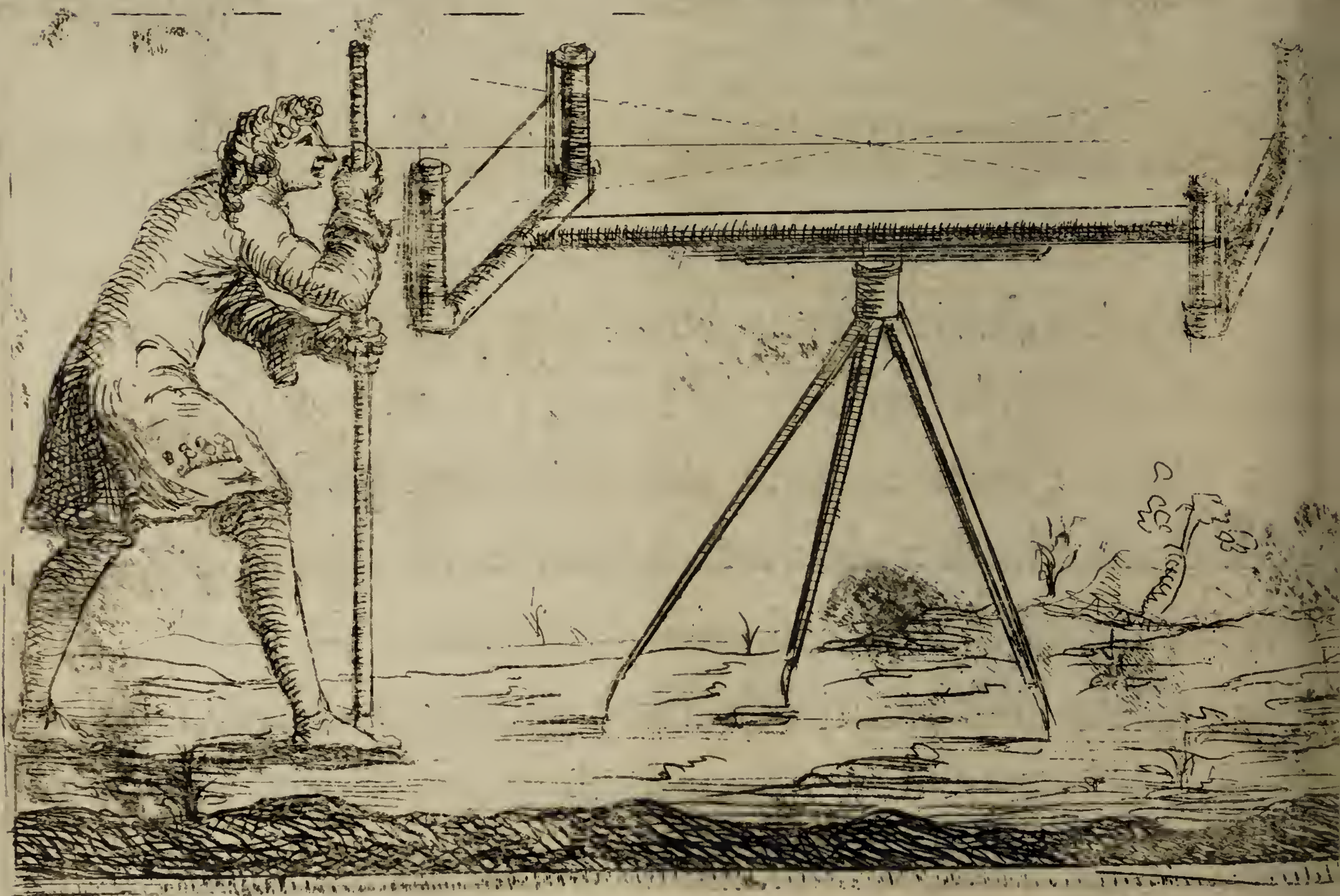
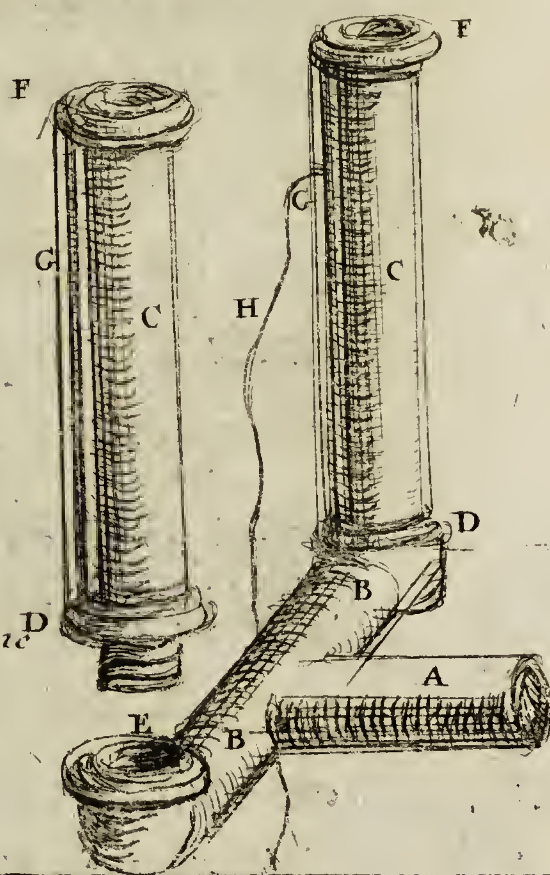


Figure des cilindres de verre.



A. Bout du grand tuyau.

B. Traverſe d'environ un pied.

C C. Cilindres de verre blanc.

D D. Virolles de cuivre à vis pour ſemonter

à l'endroit E avec un petit morceau de cuir entre-deux pour mieux tenir l'eau.

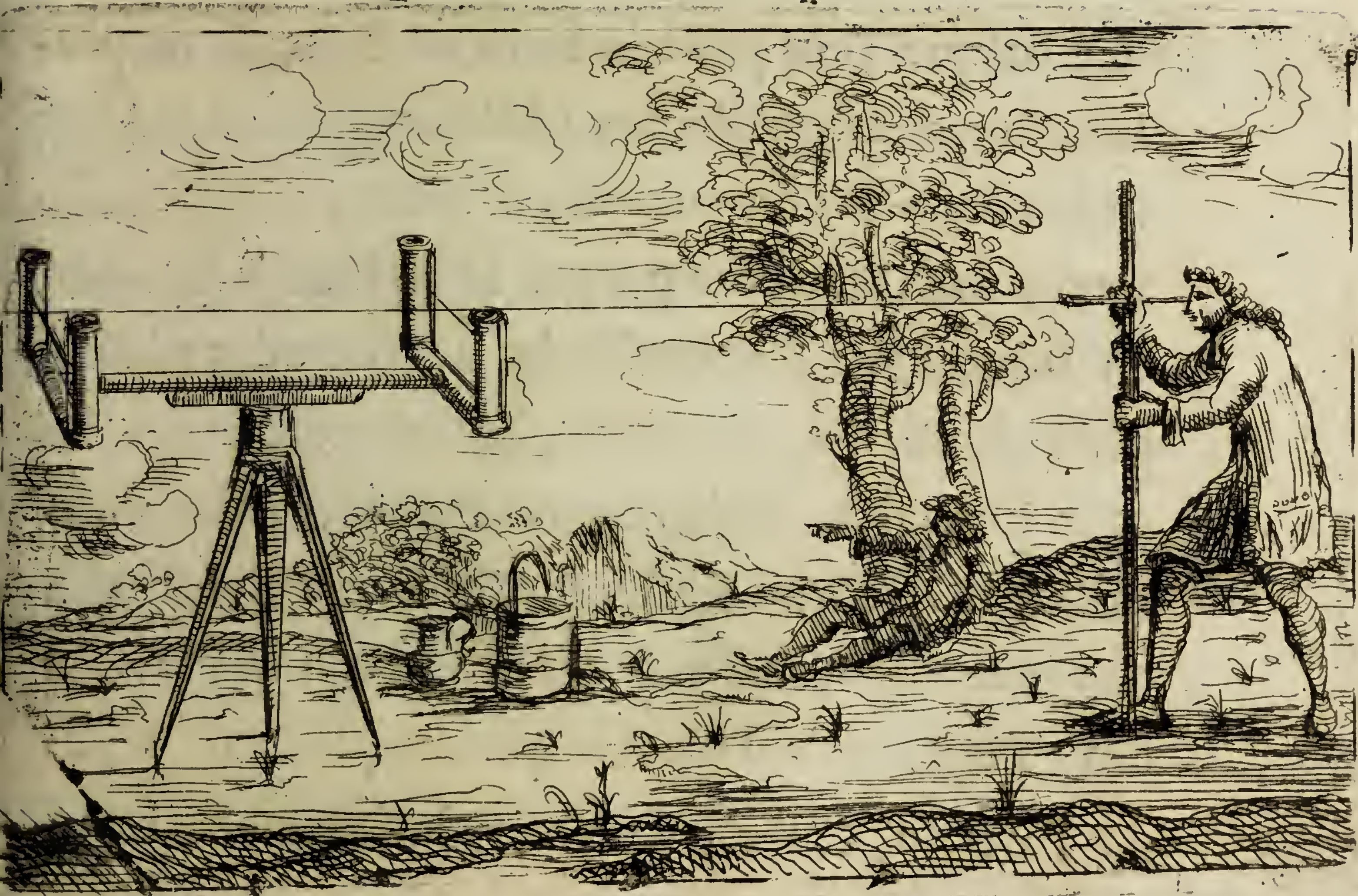
F F. Deux petites virolles pour le haut, où sont attachées les deux verges G G pour entretenir les verres, & attacher le filet ou crin H.

Je me suis toûjours servy de crin blanc.

Ces deux Crins étant mis bien juste à la hauteur de l'eau, me faisoient un horizon parfaitement de niveau, qui selon la distance coupoient tous les objets : En sorte que sans estre obligé à chercher un point de visée, je faisois diverses remarques sur ceux qui se montroient les plus apparans ; ce que je trouvois tres-expeditif, & si certain, que je n'ay jamais manqué que par inadvertance d'operation causée quelquefois par le mauvais tems ou manque de patience, dont il faut avoir provision en cet Exercice autant que d'exactitude.

Voyant par les verifications que je faisois, qu'un ou plusieurs coups de niveau continuez se trouvoient conformes à même hauteur, je me servis d'une lunette d'approche pour les grandes distances, en m'éloignant de huit ou dix toises du niveau, appuyé contre un bâton pour plus de fermeté, & haussant ou baissant la lunette jusques à ce que les

deux crins mis à la hauteur de l'eau n'en paruſſent plus qu'un à la vûë, & que le plus proche couvrit le plus éloigné. Pour m'aſſurer par une verification, aprés avoir fait une marque au bâton juſte ſous la lunette à l'endroit où la vûë traverſoit les deux fils, j'élevois la lunette ſuppoſé d'une ligne, & remarquois ſi le point de viſée me portoit un pied plus bas, ſuivant l'éloignement; & en rehauſſant la lunette d'une ligne au deſſus, ſi le point de viſée me portoit autant au deſſous qu'il m'avoit porté au deſſus. J'étois certain de mon operation, ce qui ſe connoît auſſi par l'intervalle qui ſe fait entre les deux fils, comme la Figure ſuivante le repreſente.



Je fixay toutes mes ſtations à la hauteur du parterre de Verſailles comme mon principal objet, & en montant & deſcendant je faiſois un profil de terrains ſuivant ma route, & des marques à chaque ſtation. Si j'étois ſuppoſé à cinquante pieds au deſſus du Parterre, j'écrivois cinquante pieds au deſſus d'un repaire fait ſur le lieu, comme à un arbre, une croix ou autre choſe de remarque, que je figurois ſur mon profil avec ma hauteur de cinquante pieds, & chaque jour avec la datte je faiſois un nouveau profil; j'en pourrois bien fournir deux cens lieuës de long avec l'affaire de la Riviere d'Eure où j'ay été depuis.

Lorſque j'eus paſſé le fond de Buc, je fis pluſieurs repaires, & plantay pluſieurs piquets le long de la côte à ma hauteur déterminée; ce que j'obſervay dans toutes les gorges & au bas des terrains, en ſuivant par diagonales les hauteurs des plaines pour choiſir les endroits à pouvoir raſſembler les eaux pluviales. Il s'en trouva quatre, le plus conſiderable eſt entre Saclay & Vilras; par les ſondes que je fis faire j'en trouvay le fond admirable pour tenir l'eau, mais il n'étoit que dix pieds au deſſus du Parterre, & il s'y trouvoit pluſieurs marnieres.

C'étoit

C'étoit une entreprise fort hardie de vouloir amasser de l'eau dans un Plaine tres-aride, la conduire prés de cinq lieuës, à cause des sinuositez ; percer cinq montagnes par des Aqueducs sous terre, dont il y en avoit à plus de cent pieds de bas, n'avoir que dix pieds pente, & vouloir commencer son travail par la teste.

Aprés avoir fait un projet general, j'en fis mon raport à Monsieur Colbert ; & sur l'étenduë du païs que je projettois d'enceindre, j'avois fait une supputation de l'eau qui se pouvoit recueillir par raport aux années plus ou moins pluvieuses, ce qui luy plut extrémement ; à quoy j'ose dire que l'évenement a répondu assez juste. Monsieur Colbert me dit qu'il ne faloit pas perdre un moment à y travailler : mais luy ayant representé la consequence de cette affaire, & que m'honorant de sa confiance, je croyois qu'il étoit à propos d'en faire une verification par une autre route avec une Carte du païs ; il l'approuva.

Je recommençay un second travail par un autre chemin, ayant pris du côté de Voisin & Châteaufort, en costoyant le fond d'If qui va d'Orsay à Palaizeau. J'observai de mettre par tout des piquets à

la hauteur du Parterre de Verſailles. Je fis le circuit de toutes les côtes pour remarquer les gorges où s'écouloient les eaux pour diriger les pentes des Rigolles, leur profondeur & l'argeur à proportion de leur étenduë, de ce qu'elles avoient à en recevoir & à conduire chacune dans les lieux où je deſtinois de les amaſſer, particulierement dans la grande piece de Saclay, dont le terrein étoit le plus bas, où toutes les autres ſe devoient rendre, à la reſerve de celles de l'Etang qu'on appelle le Pré Clos, que j'aurois mis ſur la Grotte de Verſailles.

Aprés mon retour je confirmay M. Colbert de la poſſibilité de cette entrepriſe, avec aſſurance, ayant trouvé juſte mon premier travail. En chemin faiſant j'avois fait une Carte en gros que je fis mettre au net. J'eus ordre de faire un memoire de tous les Ouvrages à faire pour l'execution de ce projet, tant pour la Maçonnerie des Ponts, Regards, Aqueducs, retenuë à chauſſée, tranſport de terres & Rigolles, dont l'étenduë étoit de plus de 24. ou 23. lieuës à cauſe des détours & traverſes. Ce projet montoit à ſept cens quelques mil livres. Il m'ordonna de faire inceſſamment des Devis en forme de chaque nature d'Ouvrages, de les publier au

rabais, & de les diſtribuer à des Entrepreneurs : ce que j'executay. Le Roy me fit l'honneur de me demander deux ou trois fois ſi je ne pourrois pas luy donner de ces eaux jalliſſantes ſur ſon Parterre, & qu'il ſeroit content quand elles ne ſeroient qu'à 18. ou 20. pieds de haut. A quoy je ne crus pas devoir m'engager, ayant conſervé, ſans en parler à Sa Majeſté ny à M. Colbert, un ſecret plaiſir de les ſurprendre agréablement, en donnant la plus grande partie de ces eaux pour l'Etang du pré clos ſur la Grotte, dont le fond du reſervoir étoit à 30 pieds au deſſus du Parterre.

Je commençay mon travail par traverſer la plaine entre Saclay & Vilras d'une chauſſée d'environ 400 toiſes de long, & à faire faire des Rigolles. Il y a eu à ce travail juſques à prés de trois mil perſonnes à cauſe de ſa grande étenduë. La chauſſée étant élevée à 14. ou 15. pieds, & pluſieurs Rigolles en état, je jugeay qu'il pourroit venir des pluyes dont il faloit profiter, & faire épreuve des Rigolles. Aprés en avoir fait faire les toiſez, & les avoir verifiez moy-même, j'ordonnay à chaque Entrepreneur d'abattre les ſeparations de leurs Atteliers, raſer leurs témoins, & regaler chacun leur portion.

Ce que j'avois prévû arriva ; peu de temps aprés une pluye d'environ trois heures pendant une nuit, couvrit la ſuperficie de l'Etang de plus de quatre pieds d'eau, les Rigolles coulant en plein de quatre toiſes de large, & cinq à ſix pieds de profondeur à l'entrée de l'Etang. Les eaux étant écoulées les Rigolles ſe trouverent à ſec, & il n'y eut que peu de regalement à y faire.

Cette premiere épreuve fit un tres-grand plaiſir à M. Colbert qui étoit l'Auteur de cette entrepriſe, parce que ceux qui n'étoient pas de ſon party, le blâmoient extrémement d'avoir engagé le Roy à une ſi grande dépence, dont ils faiſoient paſſer l'idée pour une viſion, & l'execution pour impoſſible. Lorſqu'on y vit une ſi grande quantité d'eau, on ſe reſtreignit à dire qu'elle ne pouvoit jamais eſtre conduite à Verſailles. Cependant elle y eſt actuellement, & y fournit la plus grande partie des Fontaines. J'eſpere de la maniere que les ouvrages en ſont conſtruits, qu'elles dureront autant que la gloire du Maître, c'eſt à dire autant que le monde.

On fut obligé de diſcontinuer le travail du dedans de l'Etang à cauſe de l'eau, dont l'abondance venuë en ſi peu de temps, fit juger que la chauſſée

étoit trop basse: elle a été relevée à 24 pieds. Comme on travailloit de tous côtez, les Aqueducs se trouvant faits, & les retenuës en état, l'eau pouvoit couler pardessous les montagnes, & se rendre dans un Canal dont la teste étoit soûtenuë par une chaussée & un regard sur le penchant de la montagne du côté du Buc. J'étois fort impatient d'en voir la réüssite : Ayant fait lever les soupapes de l'Etang de Saclay, je puis dire avec verité, puisqu'elle existe actuellement, que l'eau ayant coulé prés de deux lieuës & demy, tant par les Rigolles, que par les Aqueducs sous terre, elle se rendit dans le Canal de Buc, précisément à la hauteur où elle avoit été déterminée, sous le cordon du regard, comme si ce cordon y avoit été posé depuis l'eau.

Je fis en diligence poser deux conduits de fer de huit pouces, qui prenoient l'eau de ce regard, & la conduisoient dans le fond de Buc, qui peut estre de 16 ou 17 toises de profondeur dans la longueur de 400 toises, & reportoient l'eau de l'autre côté de la montagne, d'où elle étoit conduite par une Rigolle sur terre revétuë de maçonnerie à chaux & ciment le long de la côte appellée la Geurmier, & continuant par un Aqueduc sous la montagne, venoit se rendre au Parc aux Cerfs.

On y a fait depuis bâtir un grand Aqueduc.

M. Colbert n'eut pas moins de joye de sçavoir l'eau au haut de la montagne du côté de Versailles, qu'il en avoit eu à voir les Etangs remplis. Il me donna l'ordre pour faire mettre des tuyaux du Parc aux cerfs, jusqu'aux reservoirs du Parterre. La Cour partit dans ce temps-là pour Fontainebleau.

Outre ces travaux j'étois encore chargé de l'estimation, & de faire faire les rembourſemens des Terres, Bois, Prez & autres heritages que le Roy avoit pris des particuliers pour l'augmentation & l'embelliſſement de son Château & Parc de Versailles: c'étoit une affaire de plus de cinq millions, d'un détail affreux. Je l'avois défrichée avec beaucoup de soins & des peines extrêmes. M. Colbert me procura l'honneur de rendre compte au Roy de ces deux affaires. Sa Majesté en fut tellement satisfaite, qu'il n'auroit pas été possible de rien ajoûter aux termes obligeans dont Elle eut la bonté de se servir pour me le témoigner. J'avois lieu d'estre plus que content. Trois jours aprés M. Colbert tomba malade & mourut. Trois semaines ensuite on mit l'eau dans les conduits; elle monta à la hauteur des reservoirs, où elle fournit actuellement la plus grande partie des Fontaines au dessous du Parterre.

Entre les travaux que j'ay eu l'honneur de conduire pour le Roy avant la mort de M. Colbert, il y a trois Aqueducs proche du Chesnay, qui répondent à un point où je fis faire un Escalier; une des branches à 950. toises, une de 350. t. & l'autre de 200. t. Du bas de ce degré on voit le jour au travers de ces trois Aqueducs par le dessous des montagnes, dont il y en a partie à 13 ou 14. toises de bas, & quelques endroits à 35 à 40 pieds audessus de terrain sur des Arcades. M. Colbert ayant de la peine à croire qu'on eut pû conduire ces Ouvrages si droits au travers d'un terrain si irregulier, se donna la peine d'y descendre : Ayant été aussi satisfait que surpris, il eut la bonté d'en rendre compte au Roy. Je me suis peut-estre un peu écarté de mon sujet ; mais ces circonstances peuvent faire juger de la justesse du Niveau dont je me suis servy, & de sa simplicité. J'en citeray encore deux faits veritables : C'est que mon fils aisné ayant fait prés de six lieuës par une route, & moy environ trois par une autre au sujet des Nivellemens de la Riviere d'Eure, nous nous rencontrâmes à trois pouces prés. Si Mr Colbert avoit vécû, je ne doute pas qu'il n'eut rendu

compte au Roy de mon travail ſur cette affaire, & qu'il n'y eut à preſent un Canal navigable de Nante en Bretagne à Paris par Verſailles, de ſix ou huit toiſes de large, à la hauteur des reſervoirs de Montbaron; dont le revenu auroit équivalé la dépenſe.

Ce Niveau eſt dautant plus commode, que toute ſorte de perſonnes s'en peuvent ſervir tres-facilement. Le ſecond fait eſt, que l'Abbaye Royale de Maubuiſon proche Pontoiſe, n'avoit que de l'eau d'un puis dont les Dames étoient tres-incommodées. Pendant cinq ou ſix cens ans on avoit deſeſperé d'y pouvoir faire venir des ſources qui en ſont à trois quarts de lieuës: Rebuttez de pluſieurs tentatives, mon fils avec ce Niveau, quoyqu'il n'y aye que huit pouces de pente au point qu'il avoit fixé de les rendre, les y a conduites en ſorte, qu'actuellement outre pluſieurs Fontaines pour la commodité de la maiſon, il y a pluſieurs jets d'eau dans le Cloître & dans les jardins.

FIN.